Niveau(x) d'enseignement : 3 Numéro EDUQ : 9070190
Centre d'intérêt : 640

Trudel, Hélène

Un environnement pédagogique informatisé axé sur la robotique / par Hélène Trudel. -- Montréal : APO Québec, c1990
89 p. : ill. ; 28 cm

Bibliogr. : p. 65

ISBN 2-921233-18-5

Vedette(s) secondaire(s) : APO Québec

Descripteur(s) : Application pédagogique de l'ordinateur * Robotique * Expérimentation pédagogique * Primaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de nom : Ecole Jonathan (Saint-Laurent, Québec) * Vitrine 2001

Identificateur(s) de sujet : Environnement pédagogique informatisé

C'est dans le cadre des projets externes de la Vitrine 2001 d'APO Québec qu'a été expérimenté un concept d'environnement pédagogique informatisé (EPI) axé sur la robotique, dans une école primaire de type alternatif, l'école Jonathan de la Commission scolaire Sainte-Croix, à Ville Saint-Laurent. L'objet de ce projet était d'observer des enfants inscrits à des ateliers au cours desquels ils avaient à construire des objets mécanisés à l'aide de pièces Lego Technic et à les faire mouvoir par des commandes données à l'ordinateur. Ce document offre une analyse qualitative de cet EPI, comment il fut mis en place et comment il a fonctionné. En conclusion, l'auteure distingue les éléments qui caractérisent un tel EPI et affirme qu'un EPI de ce type offre des possibilités pédagogiques riches, même pour des enfants très jeunes.

Type de document :

APO QUÉBEC

90-70190

Un environnement pédagogique
informatisé
axé sur la robotique

Un environnement pédagogique informatisé axé sur la robotique

par

Hélène Trudel

© Centre québécois de recherche sur les applications pédagogiques de l'ordinateur, 1990

© Centre québécois de recherche
sur les applications pédagogiques de l'ordinateur, Montréal, 1990
Dépôt légal - 1er trimestre 1990
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN 2-921233-18-5

Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont rendu possible la réalisation d'un EPI axé sur la robotique pédagogique, et tout spécialement l'équipe de la Vitrine 2001, dont Laura Winer et Pierre S. Tremblay, pour leur enthousiasme et le suivi soutenu qu'ils ont accordé au projet.

Merci à Michel Labelle, de la Commission scolaire Sainte-Croix. Merci aux éducatrices de l'école Jonathan, particulièrement Anne Rinfret et Monique Dontigny, pour leur collaboration, leur implication et leur foi dans une telle aventure. Merci à Yves Lafrance également, qui sut si bien animer les enfants lors des ateliers de robotique et qui sut également s'improviser technicien lorsque survenaient les inévitables problèmes techniques.

Et un merci très chaleureux à tous les enfants de l'école Jonathan qui sont responsables de l'existence et de la richesse d'un tel projet.

© APO QUÉBEC 1990

Chercheure:
Hélène Trudel

Chargée de projet pour APO QUÉBEC:
Laura Winer

Rédaction:
Hélène Trudel, avec la collaboration de Lucie Dumoulin

Mise en page:
Marie-Chantal Caissy

© APO QUÉBEC 1990

TABLE DES MATIÈRES

page

1 Introduction 1

1.1 Le projet 1
1.1.1 Définition 1
1.1.2 L'école Jonathan 2
1.1.3 L'environnement, l'équipe et le matériel 5

1.2 Méthodologie 6
1.2.1 Le calendrier 6
1.2.2 Les inscriptions 7
1.2.3 Le déroulement des ateliers 8
1.2.4 Les ajustements 9

1.3 Les questions de recherche 9
1.3.1 Les prémisses 9
1.3.2 Les questions 10
1.3.3 L'approche 11

1.4 Le rôle de la chercheure 13
1.4.1 L'observation participante 13
1.4.2 La promotion de l'EPI 14

1.5 Le rapport 15

page

2 Description du projet 17

2.1 Phase 1: une exploration 17
2.1.1 Les conditions 17
2.1.2 Observations 19
2.1.3 Observations des éducatrices 24
2.1.4 Synthèse 25

2.2 Phase 2: une expérimentation 27
2.2.1 Les conditions 27
2.2.2 Observations 29
2.2.3 Observations des éducatrices 35
2.2.4 Synthèse 36

2.3 Phase 3: la simulation 37
2.3.1 Les conditions 37
2.3.2 Observations 38
2.3.3 Synthèse 43

3 La robotique des enfants 44

3.1 Les enfants ont une idée claire de ce qu'est la robotique 44

3.2 La robotique des enfants se développe en fonction de ses utilisateurs 45

3.3 La robotique: ateliers qui permettent de découvrir plein de choses 47

page

3.4 La robotique intéresse autant les filles que les garçons 48

3.5 La robotique des enfants, ça comprend aussi des adultes 50

3.6 La robotique des enfants se définit également par des moments de découragement 52

3.7 Mais il y a aussi des enfants non-utilisateurs, qui sont souvent des observateurs intrigués 53

4 Des réponses à nos questions de recherche 56

4.1 Qu'est-ce qui motive les enfants à choisir la robotique parmi plusieurs activités possibles? 56

4.2 Quel rôle jouent la fabrication et la manipulation d'objets concrets dans l'acquisition de concepts abstraits? 57

4.3 Quel rôle joue la robotique dans l'apprentissage de connaissances et le développement de la pensée scientifique? 58

4.4 Quel rôle jouent les interactions enfant-enfant et enfant-adulte dans l'évolution d'un environnement pédagogique informatisé? 58

page

4.5 Quelle différence y a-t-il entre les filles et les garçons par rapport à leur intérêt pour la robotique? au type d'objets mécanisés qu'ils fabriquent? à leur façon d'utiliser l'ordinateur pour faire mouvoir ces objets? 60

5. Conclusion 62

5.1 Un regard sur l'EPI 62

5.2 Pour la suite des choses 63

Références 65

Annexe A: Guide pour l'observation 67

Annexe B: Liste du matériel 71

Annexe C: Exemples de programmes 75

Annexe D: Plan d'une classe 81

Annexe E: Le mobilier spécialisé 85

1 Introduction

1.1 Le projet

1.1.1 Définition

C'est dans le cadre des projets externes de la Vitrine 2001 d'APO QUÉBEC que nous avons expérimenté un concept d'environnement pédagogique informatisé (EPI) axé sur la robotique, dans une école primaire de type alternatif, l'école Jonathan de la Commission scolaire Sainte-Croix, à Ville Saint-Laurent.

Lorsqu'au mois d'août 1987 nous avions soumis le projet de développer un environnement pédagogique informatisé (EPI) centré sur la robotique pédagogique, nous en avions personnalisé la définition en nous référant aux expériences informatiques acquises par l'école Jonathan depuis 1983:

> *«Un milieu où l'utilisation de l'ordinateur permet soit des apprentissages en ouvrant de nouveaux mondes de connaissances (la robotique par exemple), en facilitant la compréhension de certains concepts (à l'aide de la simulation) ou en élargissant les sources d'information (par l'utilisation des banques de données); soit le développement de nouveaux modes d'expression (le dessin animé assisté par ordinateur) et de communication (la télématique) ou leur simplification (le traitement de texte).»*
>
> (Rinfret,1987)

Le mot robotique fait référence aux robots, qui sont des outils mécanisés et complexes, gérés par ordinateur. Dans ce projet, l'objectif était d'observer — en fonction de nos questions de recherche — des enfants inscrits à des ateliers au cours desquels ils avaient à construire des

objets mécanisés à l'aide de pièces Lego Technic et à les faire mouvoir par des commandes données à l'ordinateur.

- *« L'ordinateur est considéré comme tout le reste dans l'école, c'est du matériel. Ce n'est pas une récompense, on ne lui a pas donné de statut particulier, il est implanté »*

  (Éducatrice)

- *« L'implantation de l'ordinateur s'est fait malgré toutes les faiblesses et les lacunes que nous avons rencontrées... Les enfants ont pu approcher en même temps la communication par modem, le traitement de texte, un langage de programmation et la robotique »*

  (Éducatrice)

Il était par ailleurs entendu que la Vitrine 2001, en plus d'implanter et de superviser l'évolution de cet environnement particulier, devait le faire d'une manière qui permette à l'activité de se poursuivre de façon autonome après la fin du projet lui-même.

Mentionnons que les personnes intéressées aux projets d'environnement pédagogique informatisé axé sur la robotique peuvent consulter une publication du centre de recherche APO QUÉBEC faisant le bilan de ces EPI au Québec (Lemire, 1989).

1.1.2 L'école Jonathan

L'école Jonathan est une école dite alternative qui existe depuis 1974 et qui comptait au moment du projet 87 enfants de 5 à 11 ans répartis en trois classes multi-âges, chaque classe étant sous la supervision d'une éducatrice. Chaque enfant est rattaché à sa classe, où il se rend pour quatre réunions quotidiennes (début et fin d'avant-midi, début et fin d'après-midi). Le reste du temps, il peut faire des activités (ateliers) seul ou avec d'autres enfants, dans n'importe quel local de l'école: classes ou locaux communs, menuiserie, bibliothèque, salle de musique... Chaque

© APO QUÉBEC

classe est divisée en «coins»: le coin français, le coin sciences et mathématiques, le coin art et bricolage, le coin réunion et le coin ordinateur.

Les ateliers sont animés par des enfants ou des adultes (éducatrices, parents, stagiaires, personnes-ressources...) et sont très diversifiés: art, bricolage, informatique, gymnastique, français, mathématiques, initiation à des jeux... Seuls les ateliers de français et de mathématiques, donnés par les éducatrices, s'adressent aux enfants d'une seule classe, alors que les autres sont ouverts à l'ensemble des enfants de l'école. Lorsqu'un enfant s'inscrit à un atelier, il a droit à «une fois d'essai», c'est-à-dire qu'il est libre de quitter ou de poursuivre l'atelier après la première journée. S'il décide de maintenir son inscription, il doit poursuivre l'activité jusqu'à la fin, ce qui est contrôlé par l'éducatrice.

Cette école est un «lieu d'apprentissage», un endroit où l'on se préoccupe du rôle qu'a l'enfant dans ses apprentissages et où l'on tient compte de ses intérêts et de ses besoins. C'est un milieu ouvert où l'enfant «apprend en faisant», selon son rythme. Il est «l'agent de ses propres apprentissages»: on ne lui «enseigne» pas, c'est lui qui doit choisir ses sujets d'apprentissage et créer des activités qui lui permettront d'acquérir des connaissances par l'expérimentation. Ses ressources sont les animateurs d'ateliers, les éducatrices et ses pairs. L'enfant peut aussi bien donner un atelier sur un sujet que le suivre.

> *«L'école veut susciter la créativité chez les enfants, développer leur capacité d'analyse et leur aptitude à résoudre des problèmes en explorant et en expérimentant de nouveaux apprentissages à partir de leurs propres productions et de l'héritage de leurs expériences.»*
>
> (Jonathan, 1983)

Cette créativité, orientée de façon à résoudre des problèmes, se concrétise dans de nombreuses activités, dont les jeux de construction: avec des cartons, des papiers, des pièces Lego, Mobilo, Gymbo et autres

© APO QUÉBEC

types de blocs, on y fabrique, par exemple, des mobiles, des labyrinthes et des maquettes tri-dimensionnelles. Les enfants de cette école nous apparaissaient donc des candidats idéals pour un projet d'initiation à la robotique comme celui dont il est question ici.

Les enfants et les éducateurs de l'école Jonathan avaient déjà à leur actif des expériences informatiques variées:

- 1983: initiation au langage Logo,
- 1984: projet de télématique avec une école en Beauce,
- 1985: «Un projet d'innovation: le clavequin», un projet expérimental pour faciliter l'apprentissage de l'écriture par l'utilisation d'un nouveau clavier et maximiser l'utilisation du Max 20,
- 1987: «Projet Rappi», projet de télématique en collaboration avec APO QUÉBEC et le ministère fédéral des Communications: rédaction d'un journal avec l'école d'Illeville-sur-Montfort, en France, via modems,
- Projet axé sur la robotique à la Vitrine 2001 d'APO QUÉBEC et servant de pré-expérimentation au projet d'EPI axé sur la robotique pédagogique qui fait l'objet du présent rapport,
- 1988: projet de télématique en collaboration avec CDAME: échange bilingue avec l'école Holy Cross de la Commission scolaire Sainte-Croix.

Certaines de ces expériences avaient toutefois généré des insatisfactions à cause du peu de place accordée à la créativité dans beaucoup de logiciels, à cause des problèmes posés par l'exploitation de la puissance de l'ordinateur et à cause de l'expérience limitée des éducatrices en informatique.

L'expérimentation qu'ils ont faite à la Vitrine 2001 d'APO QUÉBEC, au cours de l'hiver 1987, s'est déroulée dans des conditions qui permettaient de laisser émerger les besoins et les intérêts des enfants, d'exciter leur créativité et d'explorer les possibilités de l'ordinateur à travers la résolution de problèmes. Ces sessions à la Vitrine devinrent

© APO QUÉBEC

une certaine pré-expérimentation au projet EPI. Le projet devait poursuivre dans le même sens, et devait, en plus, intégrer les éducatrices aux activités afin que la robotique devienne partie intégrante du curriculum de l'école.

Enfin, le fait que les classes de l'école Jonathan soient multi-âges nous a permis l'observation d'un éventail de sujets — des filles et des garçons âgés de 7 à 11 ans — ce qui aurait été difficile, sinon impossible, dans une école conventionnelle.

1.1.3 L'environnement, l'équipe et le matériel

Pour la durée du projet, c'est le coin ordinateur qui, dans l'une des classes, devint le coin atelier de robotique. En l'occurrence, le coin robotique s'est retrouvé dans la classe de l'éducatrice responsable du projet; comme cette responsabilité a changé de main au cours du projet, le coin robotique s'est déplacé dans une autre classe au début de la deuxième phase.

L'équipe comprenait un animateur — déjà familier avec le milieu de Jonathan car il avait antérieurement initié des enfants de cette école au langage LOGO — qui devait assurer l'initiation à la robotique, une éducatrice responsable du projet à l'intérieur de l'école et une chercheure associée à la Vitrine 2001 qui dirigeait le projet dans l'école pour APO QUÉBEC. Chez APO QUÉBEC, le projet était supervisé par Laura Winer.

L'équipe avait mis en place les éléments techniques nécessaires au démarrage de l'EPI. C'était le mobilier: tables, chaises, étagères empruntées à des coins voisins, plus un panier par enfant pour ranger ses constructions et deux chariots roulants à tiroirs pour ranger les Lego. C'était deux ordinateurs Apple IIe de 64K de mémoire fournis par la commission scolaire, auquel se rajoutera un Apple IIGS au cours du projet pour combler le peu de mémoire des Apple IIe, ainsi que le matériel informatique: cartes d'interface Caméléon, boîtes de sortie et

© APO QUÉBEC

transformateurs, logiciel LogoWriter. Il y avait aussi le matériel Lego Technic (description des pièces en annexe B), mais en quantité restreinte au début; venaient avec les pièces Lego des fiches imagées dont les enfants pouvaient s'inspirer pour construire un objet. Pendant une période du projet, il y a eu également des piles afin que l'enfant puisse vérifier régulièrement la mobilité de son mécanisme.

À la fin de chaque atelier les enfants avaient la responsabilité de ranger les accessoires aux endroits appropriés et de faire en sorte que l'EPI soit laissé en bon ordre (fermer les appareils, ranger chacun leur panier sur les étagères, charger les piles...).

1.2 Méthodologie

1.2.1 Le calendrier

Le projet de développement d'un EPI axé sur la robotique pédagogique débutait le 21 janvier 1988 et se terminait le 16 juin 1989. Le calendrier scolaire étant ainsi fait, le projet a couvert trois périodes séparées dans le temps: hiver 1988, automne 1988 et hiver 1989.

À l'intérieur de chacune de ces périodes, que nous appellerons phases, l'activité robotique était offerte aux enfants pour des durées plus restreintes, c'est-à-dire que ceux-ci pouvaient s'inscrire à une série d'ateliers. Au départ, nous avions déterminé que chaque série compterait 18 ateliers. Les commentaires des enfants lors de la première série nous amenèrent à réduire la deuxième série à 10 ateliers. La troisième phase a compté huit ateliers, parce qu'il ne restait que quatre semaines de classe. Pour les deux phases subséquentes, les séries ont comporté 12 ateliers.

© APO QUÉBEC

Voici donc le calendrier du projet:

- la phase 1: hiver 1988 (du 21 janvier au 16 juin), comprenant trois séries successives d'ateliers (18, 10 et 8);
- la phase 2: automne 1988 (21 septembre au 16 décembre), avec deux séries d'ateliers (12 chacune);
- la phase 3: hiver 1989 (21 janvier au 16 juin) avec trois séries d'ateliers (12 chacune).

1.2.2 Les inscriptions

Les ateliers de robotique étaient ouverts aux enfants âgés de 7 à 11 ans. Il y avait huit places disponibles par série d'ateliers, quatre places le matin et quatre l'après-midi (deux filles et deux garçons). Le seul pré-requis à l'atelier était de savoir lire et écrire.

Au début de chaque série, l'équipe visitait chaque classe pour informer les enfants sur la durée de la série, le nombre d'ateliers qu'elle comprenait, quelles journées ils avaient lieu, l'horaire (9h 05 à 10h 35 le matin, 13h à 14h 30 l'après-midi) et le lieu. Les enfants intéressés devaient pouvoir insérer ces ateliers dans leur horaire personnel s'ils voulaient s'inscrire à une série.

Pour chacune des huit séries, le nombre de candidatures a excédé le nombre de places disponibles et c'est un tirage au sort qui a déterminé les participants, tirage fait de façon à toujours donner un nombre égal de filles et de garçons. Si un enfant se désistait après le premier atelier ou ne se présentait pas à ce premier atelier, la place était donnée à un autre enfant choisi parmi le groupe en attente.

Comme les enfants pouvaient donner leur nom à chaque nouvelle série d'ateliers, un même enfant — s'il était favorisé par le tirage au sort — pouvait participer à plusieurs séries. Ces enfants réinscrits deviendront éventuellement «experts» et influenceront la dynamique des ateliers.

© APO QUÉBEC

Dans ce projet, les enfants adaptables se divisent comme suit:

- les **utilisateurs** inscrits suivaient les ateliers; il n'y eut que 37 utilisateurs inscrits pour les 64 places disponibles (huit inscriptions à huit séries), car 16 enfants ont pu participer plus d'une fois;
- les **utilisateurs non inscrits** n'ont jamais demandé à participer à une série d'ateliers ou n'ont pas été favorisés par le tirage au sort, mais utilisèrent le coin robotique en dehors des journées réservées aux ateliers (souvent, les utilisateurs inscrits leur servaient de personnes ressources)
- les **non-utilisateurs** sont des enfants qui n'ont jamais été inscrits aux ateliers et qui n'ont fait aucune activité de robotique pendant la durée du projet.

L'équilibre du ratio garçons-filles était primordial, car certaines de nos questions de recherche portaient justement sur le comportement en fonction du sexe. Au cours de la pré-expérimentation à la Vitrine 2001 en 1987, nous avions en effet remarqué un intérêt des filles pour la mécanique, intérêt exprimé par le désir de comprendre le fonctionnement des objets mécaniques courants et par la curiosité à vouloir fabriquer des objets similaires. Nous voulions vérifier cette observation, tout en étant sensibilisés à une observation de Sherry Turkle qui rapporte que «la différenciation entre les sexes est un produit de la société, qui détermine les jeux et les modèles de comportement recommandés pour chaque sexe» (Turkle, 1986, p 96).

1.2.3. Le déroulement des ateliers

Nous avions déterminé qu'il y aurait deux ateliers par semaine, répartis donc sur six semaines pour une série de 12, et que ces ateliers devaient avoir lieu sur deux journées consécutives. L'animateur et la chercheure participaient toujours à la première de ces deux journées, dite **atelier d'initiation à la robotique**. Au cours de ces journées d'initiation, chaque semaine, l'animateur abordait de nouvelles connaissances et de nouveaux thèmes sur la robotique avec les enfants. Pour la seconde

© APO QUÉBEC

journée, dite **atelier pratique**, seule la chercheure était présente. Cette fois encore les commentaires des enfants nous ont amené à modifier le programme: à partir de la deuxième série de la phase 1, les ateliers d'initiation avaient lieu au début de la semaine et les ateliers pratiques, quelques jours plus tard, car les enfants voulaient un peu de temps pour réfléchir à leurs nouveaux apprentissages avant de les mettre en application.

Chacune des séries débutait par une brève introduction à l'électricité, par la présentation des pièces Lego disponibles, puis les enfants étaient ensuite initiés à la programmation à l'aide du logiciel Logowriter et à son rôle dans l'animation d'objets articulés.

1.2.4 Les ajustements

Tout au long du projet, de nombreuses adaptations ont du être pensées et mises en application par l'équipe en vue de s'ajuster aux besoins des enfants, tels qu'exprimés ci-haut, ou aux contraintes physiques, comme le manque de pièces Lego, la faible capacité de mémoire des ordinateurs ou l'étroitesse des lieux de travail. Il fallu aussi revoir certaines consignes quand le déroulement du projet ne semblait pas répondre à nos objectifs. Dans ce dernier cas, il a fallu, par exemple, imposer un temps minimum d'utilisation de l'ordinateur pour ne pas qu'un atelier de robotique soit réduit à un atelier de bricolage.

1.3 Les questions de recherche

1.3.1 Les prémisses

Au moment de leurs expérimentations à la Vitrine 2001, au printemps 1987, l'équipe de la Vitrine et les éducatrices de l'école Jonathan avaient fait les observations suivantes:

© APO QUÉBEC

- les enfants ont la capacité de persévérer dans une activité qui utilise des éléments non familiers et abstraits, comme la robotique informatique;
- contrairement aux préjugés encore courants, de nombreuses filles manifestent un intérêt pour la mécanique;
- dans un contexte de groupe, les filles ont plus tendance que les garçons à provoquer les interactions et à tirer avantage de ces interactions;
- les activités de robotique constituent un stimulant à la créativité et à la résolution de problèmes.

1.3.2 Les questions

À partir de ces observations, la chercheure et la chargée de projet ont établi cinq questions de recherche.

1- Qu'est-ce qui motive les enfants à choisir la robotique parmi plusieurs activités possibles?

2- Quel rôle jouent la fabrication et la manipulation d'objets concrets dans l'acquisition de concepts abstraits?

3- Quel rôle joue la robotique dans l'apprentissage de connaissances et le développement de la pensée scientifique?

4- Quel rôle jouent les interactions enfant-enfant et enfant-adulte dans l'évolution d'un environnement pédagogique informatisé?

5- Quelle différence y a-t-il entre les filles et les garçons quant à leur intérêt pour la robotique? au type d'objets mécanisés qu'ils fabriquent? à leur façon d'utiliser l'ordinateur pour faire mouvoir ces objets?

© APO QUÉBEC

Compte tenu de la philosophie de l'école Jonathan, ces questions rejoignaient évidemment les préoccupations des éducatrices. De ce fait, il y a eu une une grande complicité entre celles-ci et l'équipe du projet. Par ailleurs, la chercheure s'immisçait dans un site naturel de recherche extérieur à la Vitrine 2001, dans un milieu scolaire dont la souplesse d'organisation interne permettait d'adopter l'observation comme outil primordial de recherche (Postic et De Ketele, 1988).

1.3.3 L'approche

À la manière d'une ethnologue, nous avons commencé par une reconnaissance du milieu, en observant le fonctionnement général des classes. Chaque activité ayant déjà son propre espace ou «coin», nous avons voulu voir comment l'activité robotique occuperait son territoire. Par ailleurs, il y avait chaque fois une période d'adaptation entre les différents participants et personnes-ressources: éducatrices, enfants et animateur. Notre statut d'observatrice nous permettait de voir et d'entendre, de saisir aussi les «coutumes» d'enfants habitués à explorer, à se construire et à se créer des apprentissages. Nous suivions également les enfants à leurs réunions quotidiennes lorsqu'ils présentaient leurs objets mécanisés. Nous pouvions ainsi éclaircir et enrichir notre analyse sur la façon dont les enfants transmettaient leurs connaissances et leurs expériences de la robotique, comment ils recevaient les critiques et les conseils de la part de ceux qui assistaient à la démonstration.

Nous avons privilégié des techniques de recherche «ouvertes» dans le but de recueillir le maximum d'informations sous forme manuscrite, visuelle et sonore:

- notes (500 pages),
- photographies des objets mécanisés et des lieux de l'EPI (1500),
- entrevues supportées par un guide semi-structuré de questions et enregistrées sur magnétophone (56).

© APO QUÉBEC

Nos observations écrites ont porté sur les points suivants:

- les déplacements des enfants et de l'animateur dans le coin robotique et leur façon d'occuper cet espace,
- la manière d'utiliser, d'adapter et de s'approprier le matériel de construction et les outils informatiques,
- les échanges verbaux et gestuels entre les enfants participant aux ateliers et les autres qui venaient regarder ou poser des questions.

La photographie nous a permis de:

- conserver des images des différentes étapes d'un objet en construction,
- représenter l'atmosphère qui régnait pendant les ateliers,
- saisir les comportements des enfants en cours d'apprentissage,
- saisir la complicité entre l'animateur et les enfants.

Il y a eu des entrevues avec tous les enfants participants à la fin de chaque série d'ateliers (le guide se trouve à l'annexe A). En tout, nous avons fait 50 entrevues sur magnétophone avec les 37 utilisateurs inscrits, avec un certain nombre d'utilisateurs non-inscrits et avec cinq non-utilisateurs. Parfois nous avons interrogé un enfant seul, mais le plus souvent nous les avons rencontrés par groupe de deux ou de trois.

Dans l'ensemble, nos entrevues se déroulaient sous forme de conversation et avaient pour but de connaître ce que les enfants avaient aimé et moins aimé, ce qu'ils avaient compris et moins compris. Nous les avons fait parler sur ce qui les avaient motivés ou empêchés de participer aux ateliers de robotique. Nous avons saisi les moments de découragement qu'avaient vécus les utilisateurs et la façon dont ils les avaient surmontés.

© APO QUÉBEC

Les questions se voulaient parfois provocatrices afin d'obtenir les représentations personnelles des enfants sur la robotique, sa définition, son utilisation et son impact dans leur milieu d'apprentissage. Nous avons recueilli leur avis sur les croyances sociales voulant qu'il existe un écart d'intérêt entre les filles et les garçons pour la robotique et l'informatique en général.

Nous avons également rencontré les six éducateurs impliqués de près ou de loin dans le projet d'environnement pédagogique informatisé (quatre éducatrices permanentes de même qu'une éducatrice et un éducateur à temps partiel). La période du dîner restait le moment privilégié pour noter l'enthousiasme, les préoccupations, les constatations et les interrogations de ces personnes.
Chaque vendredi après-midi, après les heures de classe, l'éducatrice responsable du projet de robotique, l'animateur et la chercheure faisaient le point sur l'évolution de l'EPI tant au niveau de son organisation interne, que sur l'évolution d'apprentissage des enfants participants. Ces rencontres hebdomadaires se sont révélées très précieuses dans l'évolution du projet et son évaluation.

1.4 Le rôle de la chercheure

1.4.1 L'observation participante

Notre rôle de chercheure exigeait plus que faire l'observation d'un milieu: il fallait participer, s'y «baigner», sentir de l'intérieur ce qui faisait de Jonathan un site naturel de recherche apte à recevoir un EPI. Notre méthode de recherche se transposait en observation participante: nous ne pouvions nous contenter de survoler l'EPI; il nous fallait — tout comme les enfants qui venaient de construire un objet et qui voulaient le faire mouvoir — en faire le tour, l'examiner sous tous ses angles, utiliser tous les outils de recherche qui nous permettent d'identifier ses caractéristiques, ses faiblesses et ses forces.

© APO QUÉBEC

Le projet Jonathan étant un projet externe de la Vitrine 2001, notre fonction de chercheure impliquait donc que nous entretenions un lien entre l'école et la Vitrine. Nous avons assuré une communication continue entre les deux pour permettre des échanges d'observations et de documents spécifiques à chaque environnement et pour les comparer afin de les confronter et de les enrichir. Cet échange constant a eu un impact sur l'EPI. Ainsi, à la suite d'une conversation avec Laura Winer, chargée du projet pour APO QUÉBEC, nous avons éliminé les piles de l'outillage disponible aux enfants. À la Vitrine, on avait en effet expérimenté la même chose et observé que les enfants utilisaient alors plus l'ordinateur dans leurs projets de robotique et approfondissaient de ce fait leurs connaissances de la programmation.

1.4.2 La promotion de l'EPI

À l'automne 1988, soit neuf mois après le début du projet, nous avons participé à une réunion des parents de l'école afin de leur parler du projet en cours, mais surtout pour recueillir leurs impressions et leurs constatations en tant que témoins de la relation entre leurs enfants et la robotique.

En décembre 1989, lors de la fête de Noël organisée par les enfants, les éducatrices et les parents, nous avons en collaboration avec l'animateur simulé un atelier de robotique avec des enfants désireux de présenter leur montage mécanisé et de l'animer à l'aide de l'ordinateur. Pour le plaisir de leurs parents, de leurs amis ou des parents de leurs amis, ils faisaient une démonstration de leurs connaissances. À proximité des ordinateurs étaient exposés les objets conçus au cours de la série d'ateliers précédant la fête. Les visiteurs pouvaient voir le coin robotique, avec ses espaces de rangement et ses champs de construction et d'essai et se représenter l'atmosphère dans laquelle les enfants faisaient leurs apprentissages.

© APO QUÉBEC

À deux reprises, en avril 1988 et en avril 1989, nous avons participé aux colloques de l'AQUOPS pour faire le compte rendu de l'évolution de cet EPI axé sur la robotique et le faire revivre à l'aide de nos photos. Lors du colloque d'APO QUÉBEC, à l'hiver 1989, réunissant les chercheurs associés aux différents projets de robotique, nous avons monté un kiosque avec des ordinateurs, des structures mécanisées réalisées par les enfants et des montages photographiques de l'environnement informatisé, afin d'échanger nos expériences de recherches dans le domaine de la robotique pédagogique. Pour ces trois rencontres, nous nous sommes présentés en tant qu'équipe (l'éducatrice responsable du projet, la chercheure et l'animateur) pour rendre compte du déroulement du projet.

1.5 Le rapport

Ce document offre au lecteur une analyse qualitative d'un EPI axé sur la robotique, comment il fut mis en place et comment il a fonctionné. Cette analyse qualitative devient alors un témoignage de ce regard et de cette mise en mouvement du projet; pour ce faire, il rassemble des paroles d'enfants et d'éducatrices.

La description du déroulement du projet a été divisée en trois parties, c'est-à-dire les trois phases telles qu'elles se sont révélées au moment de l'analyse du projet (l'exploration, l'expérimentation et la simulation) et à travers lesquelles les enfants ont concrétisé et développé leurs connaissances de la robotique.

Le compte rendu renseigne sur l'évolution du projet en tenant compte de son impact dans un milieu où les enfants «apprennent en faisant» et où ils sont des catalyseurs d'information. Il renseigne aussi sur le rôle des différents participants à l'EPI (enfants, animateur, éducatrices et chercheure) et le rôle de ceux qui en observaient le déroulement (enfants qui avaient choisi de ne pas participer aux ateliers et ceux qui n'ont pas [illegible] raison de leur âge ou parce que le tirage au sort

© APO QUÉBEC

ne les avait pas favorisés). Ce document fait voir également la dynamique de l'EPI autour du matériel informatique et du matériel de construction disponible (quantité, variété, choix) ainsi que sur l'utilisation du mobilier.

Notons finalement que les noms des enfants ont été changés pour conserver l'anonymat.

> ***« Moi si l'école fermait, je m'en vais dans une école où il y a de la robotique. »***
>
> (Léopold, 7 ans)

© APO QUÉBEC

2 Description du projet

Comme nous l'avons déjà dit, le projet s'est échelonné sur trois périodes scolaires. Au moment d'analyser l'évolution du projet, nous nous sommes rendu compte que ces trois périodes, déterminées au départ en fonction du calendrier scolaire, correspondaient à trois phases d'apprentissage distinctes:

- l'exploration,
- l'expérimentation,
- la simulation.

Ces trois phases reflètent l'évolution d'un environnement centré sur la robotique pédagogique. À l'intérieur de chacune d'elles, on retrouve des périodes d'adaptation et des périodes de progression.

Il faut dire que la disponibilité du matériel technique a beaucoup joué dans le déroulement de l'EPI, car nous avons rencontré plusieurs problèmes. Jusqu'en mai de la première série, par exemple, le matériel Lego Technic à notre disposition était limité.

Que les trois phases de l'EPI soient si différentes s'explique surtout par le fait que près de la moitié des utilisateurs inscrits (16 enfants sur 37) ont participé à plus d'une série d'ateliers au cours du projet. Ceux-ci entraînaient les nouveaux participants dans leurs expériences, et leur volonté d'approfondir leurs connaissances faisait inévitablement évoluer la dynamique de l'EPI.

2.1 Phase 1: une exploration

2.1.1 Les conditions

La première phase du projet a eu lieu de janvier à juin 1988 avec trois séries successives d'ateliers. La première série comportait 18 ateliers répartis sur neuf semaines et tenus deux journées consécutives, les

© APO QUÉBEC

jeudis et vendredis. Les enfants ont fait des commentaires sur cette **organisation du temps**:

- *«C'est trop rapproché le jeudi et le vendredi. Si c'était une fois le lundi, une fois le vendredi, on aurait le temps de communiquer, de se trouver des idées. La première fois j'ai une idée, le lendemain je suis un peu plus tannée, alors je défais ce que j'ai fait le jour avant.»*

  (Charlotte, 11 ans)

- *«La série, c'est trop long. À la fin tu ne sais plus quoi faire. Peut-être que ça serait comme un retour puis ça nous ferait penser.»*

  (Zoé, 11 ans)

À la demande des enfants, la seconde série a été écourtée de quelques ateliers et les journées de pratique et d'initiation ont été espacées.

Le **matériel** Lego Technic commandé pour le projet n'est arrivé qu'en mai 1988. L'école avait toutefois déjà un stock de pièces Lego. Les enfants ont donc commencé à construire des objets avec une variété restreinte de pièces de base (briques et autres pièces ne jouant pas de rôle direct sur le mécanisme d'un objet) et de pièces techniques (roues-engrenages, briques trouées fixant la charpente mécanique d'un montage de pièces Lego, chenilles, moteurs, lumières...). Les pièces ont évidemment été rationnées; chaque enfant, par exemple, n'avait droit qu'à un seul moteur.

L'**espace de travail** était relativement restreint. Il y avait [illegible] par atelier et seulement une table d'environ 90 cm [illegible] outre les tables à ordinateurs). Généralement, les enfants utilisa[illegible]table comme surface de travail pour monter leurs objets, puis s'installaient sur le plancher pour les faire bouger.

© APO QUÉBEC

Comme les **ordinateurs** du projet ne se trouvaient que dans une des classes, les enfants des autres classes ne pouvaient s'en servir lorsqu'ils présentaient leurs constructions à leurs pairs dans leurs réunions quotidiennes. À ce moment-là, l'ordinateur se voyait presque oublié et les explications se limitaient à ce qui était facilement observable.

Au moment d'entreprendre la troisième série d'ateliers, nous avons informé tous les enfants qu'ils devraient utiliser l'ordinateur un minimum de 15 minutes par atelier, consigne que nous avons décidé de rajouter après avoir observé que les enfants utilisaient peu l'ordinateur. À partir du moment où cette consigne est entrée en vigueur, les structures prirent parfois une envergure telle que la mémoire de l'ordinateur ne suffisait pas à emmagasiner les commandes pour la faire fonctionner.

L'animateur initiait les enfants par groupe de deux. Chacun d'eux apprenait à créer sa «page» (avec le logiciel LogoWriter) qui allait contenir ses différents programmes. Ils pouvaient consulter des exemples de programmes qui leur servaient de guide au niveau des procédures et des commandes. (Exemples de programmes à l'annexe C.) Ces exemples reproduisaient les commandes les plus couramment utilisées: ENVOIE : POS, ENVOIE : NEG, PA, REPETE.

Au début de la troisième série, l'animateur a ajouté les commandes MESUREDE et SISINON aux commandes de base. Celles-ci faisaient qu'un objet mécanisé muni d'un interrupteur change de direction au contact d'un obstacle.

2.1.2 Observations

Les objets et l'ordinateur

- Le manque de pièces techniques amène les enfants à se concentrer sur la construction de systèmes d'engrenages et à en observer les effets; ils explorent les possibilités de mouvements.

© APO QUÉBEC

- Comme les enfants n'ont droit qu'à un moteur chacun, ils sont portés à produire des objets de petite envergure et comportant peu de mouvements. Souvent, ce sont des objets à mouvement unique (voir photo 1). Ils doivent par conséquent utiliser beaucoup d'ingéniosité pour tirer parti des pièces disponibles: ils utilisent beaucoup les pièces de base, même pour les éléments décoratifs, et réservent les pièces techniques là où elles sont vraiment indispensables.

  «C'est ça qui fait le mouvement, contrairement au Lego ordinaire.»

  (Pierre, 11 ans)

Photo 1: Un objet à mouvement unique, avec moteur.

- La première série d'ateliers se caractérise par la construction d'objets très diversifiés (par le genre de mouvement et de structure) et où l'ordinateur occupe une fonction secondaire.

- La deuxième série se particularise par un recours systématique aux fiches comme source d'inspiration.

© APO QUÉBEC

- Les enfants tentent parfois des combinaisons de mouvements mécaniques à partir des modèles proposés sur les fiches. Ainsi Sophie, 11 ans, s'inspire de deux modèles à mobilité manuelle auxquels elle joint des systèmes mécaniques: son ascenseur, assemblé en forme d'accordéon, est mu par le mouvement des roues d'un train; elle ajoute une échelle dont le sommet s'abaisse jusqu'au niveau supérieur de la plate-forme et l'actionne au moyen du mouvement d'un pont-levis.

- Pendant cette phase, les enfants ont tendance à construire des objets qui ressemblent à des choses qu'ils connaissent: perceuse, malaxeur, motocyclette...

Photo 2. Structure représentant un objet familier: une perceuse.

- Les enfants se créent de petits programmes pour tester les commandes auxquelles ils ont été initiés: ENVOIE : POS, ENVOIE : NEG, PA, REPETE. Mais nous ne remarquons pas «d'aller retour de manipulation» entre la fabrication des structures et l'ordinateur. Les enfants ont tendance à recourir plutôt aux piles pour évaluer la mobilité de leurs objets et pour vérifier les problèmes mécaniques.

© APO QUÉBEC

- L'ordinateur ne prend de l'importance qu'au moment où l'enfant finalise son modèle ou son objet et teste l'ensemble de la structure.

- À partir de la troisième série, la consigne exige que les enfants utilisent l'ordinateur *un minimum* de 15 minutes par atelier. Ils se mettent donc à construire en fonction de l'ordinateur et de l'utilisation qu'ils devront en faire. Nous remarquons qu'en conséquence les enfants limitent le nombre de leurs constructions mais font des structures de plus grande envergure ou plus complexes. Deux filles, par exemple, qui ont décidé de former une équipe, construisent un petit quartier avec une intersection et des feux de circulation pivotants au coin des rues, puis elles créent un programme qui fait coordonner le déplacement de deux petites voitures avec les feux.

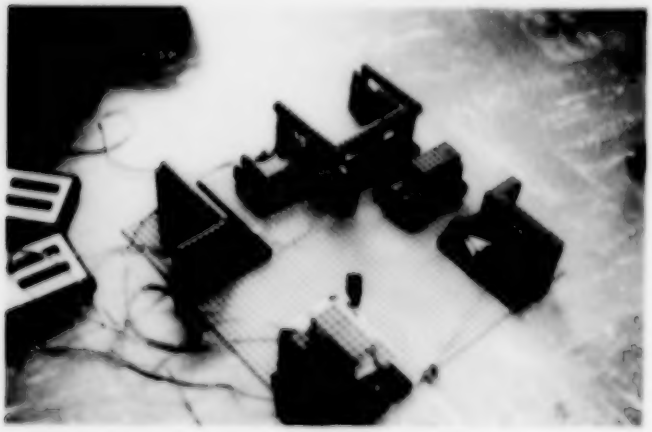


Photo 3. Intersection avec feux de circulation pivotants.

- Dans les classes où il n'y a pas de coin robotique, les enfants ne peuvent démontrer la programmation de leurs structures lors de leurs réunions quotidiennes. Mais si, dans la classe dotée du coin robotique, les enfants parlent plus souvent de leurs essais de programmation lors de leurs démonstrations, ils utilisent quand même rarement l'ordinateur pour appuyer leurs explications.

© APO QUÉBEC

Les enfants

- Chaque enfant a sa façon propre de construire, de tester, de manipuler, de se questionner selon l'expérience qu'il a acquise. Certains ont plus d'expérience avec les pièces Lego, d'autres connaissent l'informatique par le traitement de texte. Les plus jeunes ont des notions d'informatique limitées.

- Les enfants échangent parfois sur leurs expériences effectuées à la maison ou dans le cadre des ateliers de la semaine:

  «Je le fais chez nous, puis je le perfectionne ici.»

  (Didier, 11 ans)

- L'enfant expérimenté va souvent aider un autre enfant moins expérimenté à résoudre un problème mécanique ou d'engrenage. Il intervient par des conseils ou de l'entraide, mais parfois en s'accaparant l'objet pour résoudre lui-même le problème.

- En manipulant leurs mécanismes, les enfants se posent des questions sur les principes physiques en cause; ils émettent alors des hypothèses et en discutent entre eux. Voici des extraits de discussions animées sur la différence entre la traction avant et la propulsion arrière:

  - *«Dans la traction avant, ce sont les roues avant qui font tourner.Ce sont les roues qui font bouger les roues arrières.»*

    (Victor, 10 ans)

  - *«La propulsion arrière, ça patine(...) La traction avant, ça tire.»*

    (Guillaume, 10 ans)

  - *«Sur la glace ou sur l'asphalte, la traction avant va faire avancer quand même(...). Si c'est propulsion arrière, l'auto va patiner.»*

    (Victor, 10 ans)

© APO QUÉBEC

- *«La Porsche a une propulsion arrière, elle va plus vite.»*

  (Guillaume, 10 ans)

- *«C'est comme quand tu tires quelque chose, ça va plus lentement. Quand tu pousses, ça va plus vite.»*

  (Alexis, 9 ans, utilisateur non-inscrit)

- *«J'ai une p'tite voiture, puis je mets ma soeur dedans (...) Quand je la tire ça va plus lentement, quand je la pousse ça va plus vite.»*

  (Mélanie, 10 ans)

- *«Quand on tire, on a beaucoup moins de force parce qu'on tire avec les bras. Quand tu pousses quelque chose, tu as de la force dans les bras. Quand tu pousses, tu utilises tes jambes, tout ton corps. Quand tu es dans la neige, tu tires avec la traction avant (...) Tu peux mieux aller.»*

  (Guillaume, 10 ans)

- *«Un moteur a la même puissance avec la traction avant et la propulsion arrière. Nous, on n'a pas la même puissance quand on tire puis quand on pousse. Quand on tourne avec la traction avant, ça aide à tourner. Les moteurs ont la même force des deux côtés. Tirer ou pousser, ça fait pas de différence.»*

  (Victor, 10 ans)

2.1.3 Observations des éducatrices

- **Les démonstrations faites durant les réunions de classe provoquent un grand intérêt chez la plupart des autres enfants. Il y a un effet d'entraînement et les enfants se mettent à utiliser le coin robotique dans leurs périodes libres, ce qui oblige toutefois les éducatrices à donner un support à ces enfants, surtout aux plus jeunes qui souvent n'osent pas s'organiser par eux-mêmes ou demander de l'aide aux utilisateurs.**

© APO QUÉBEC

- Les enfants qui jouent le rôle d'initiateur auprès d'enfants novices le font souvent maladroitement: ils s'accaparent l'objet d'un autre enfant pour compléter la structure ou le corriger à leur façon sans d'autres explications. *«C'est là qu'on voit que c'est un métier d'être à côté de quelqu'un pour permettre que l'autre fasse des apprentissages.»*

- Lorsqu'ils font face à des problèmes techniques avec l'ordinateur, les enfants doivent réévaluer l'envergure de leur structure, ce qui les force à acquérir une pensée systématique.

> *«Mathieu n'en est pas au point d'être compétent en robotique, il est encore à se poser des questions.»*
>
> (Éducatrice)

2.1.4 Synthèse

La première phase de l'EPI, c'est sa naissance et son organisation. Rien n'avait été expérimenté: ni la composition et la durée des séries d'ateliers, ni les consignes de fonctionnement qui en assurent la dynamique, ni la délimitation du coin robotique à l'intérieur de la classe, ni le mobilier, le matériel informatique ou le matériel de construction. Les enfants eux-mêmes découvraient pour la première fois la robotique. Cette phase en a donc été une d'**exploration**.

Les enfants étaient à l'étape de reconnaissance et de découverte du matériel de construction et du matériel informatique. Ils inventaient leurs objets automatisés ou reproduisaient les modèles proposés par les fiches. Ils découvraient les liens entre les différentes pièces de leurs mécanismes; en manipulant ceux-ci, les enfants réfléchissaient sur des problèmes mécaniques, se questionnaient, émettaient des hypothèses. Les ateliers ont donc provoqué des questions chez les enfants et les ont forcé à relier des problèmes rencontrés en atelier à des expériences de leur vie quotidienne.

© APO QUÉBEC

Nous avons observé que les enfants développaient une logique manuelle en construisant une structure, en agençant des pièces (engrenages, ralentisseurs, vis sans fin...) et en y insérant un moteur pour que l'ensemble entraîne un certain mouvement. Ils exploraient petit à petit la reproduction miniaturisée d'objets courants (perceuse, malaxeur, motocyclette...), la progression du mouvement manuel au mouvement mécanique, le rôle des engrenages.

L'**animateur** a ajusté ses sessions d'initiation en fonction de la quantité de matériel Lego disponible. Il a vu à faire le lien entre les apprentissages à la robotique et les expériences individuelles de construction et de programmation; il s'est assuré que tout se faisait au rythme de chaque enfant. La **chercheure** a suivi les enfants d'une classe à l'autre et d'une réunion à l'autre afin d'observer toutes les facettes de l'EPI et au besoin les modifier.

Les **éducatrices**, pour leur part, ont appris sur la robotique, d'abord à travers les démonstrations et les explications des enfants lorsqu'ils présentaient leurs travaux au cours des réunions de classe. Mais elles ont dit se sentir parfois aussi démunies que les enfants lorsqu'elles avaient à faire face aux problèmes techniques. Leur manque de connaissances sur les logiciels, les appareils et les langages informatiques provoquait une certaine résistance et les obligeait du même coup à démystifier l'ordinateur, beaucoup plus que tout autre appareil.

> *« On a des formes de résistance qui sont quelquefois conscientes, quelquefois inconscientes. On part de pas mal plus loin. »*
>
> (Éducatrice)

Mais l'important pour elles, dans ce projet, c'était que les enfants se posent des questions!

© APO QUÉBEC

«Ce ne sont pas des hypothèses d'informatique, ce sont vraiment des hypothèses d'enfants formés à se poser des questions de façon générale (...). C'est l'expérience qui rentre.»

(Éducatrice)

Elles ont aussi dit qu'elles apprenaient beaucoup sur ce que sont les enfants — leur personnalité, leur façon de fonctionner, leur manière d'apprendre et de se poser des questions — parce que ce genre d'activités représente un grand défi pour les enfants et ils s'y investissent totalement.

2.2 Phase 2: une expérimentation

2.2.1 Les conditions

Cette phase s'est déroulée de septembre à décembre 1988 et a comporté deux séries de 12 ateliers chacune.

Sur les 16 places disponibles durant cette phase, huit sont allées à des enfants qui étaient déjà inscrits dans une série précédente.

L'EPI s'était transposé dans une autre classe, de superficie identique à la précédente. Le coin robotique voisinait le coin informatique (traitement de texte et dessin) et en était séparé par une étagère.

Le matériel Lego Technic était disponible en quantité suffisante. Aux pièces déjà connues se sont ajoutées des interrupteurs et des cellules photo-électriques, avec les commandes informatiques s'y rapportant.

Comme les structures étaient plus nombreuses et plus grosses dans cette phase, il fallait une plus grande surface de rangement. Nous avons dû repenser la fonction des étagères et s'assurer que les utilisateurs inscrits retrouvaient leurs structures intactes à chaque atelier, mais il

© APO QUÉBEC

fallait également permettre aux utilisateurs non inscrits un accès facile aux pièces Lego. Les objets à conserver étaient donc rangés à leur place et les utilisateurs non inscrits n'avaient pas le droit de les manipuler. Ces derniers pouvaient créer leurs structures avec les pièces Lego disponibles, mais devaient les démolir à la fin de la période afin de remettre les pièces Lego à la disposition des utilisateurs.

Le besoin de meubles adéquats s'est fait sentir: meubles de rangement ainsi que postes de travail assez grands pour contenir à la fois les outils informatiques et les constructions des enfants, même celles d'envergure. Au cours de cette période, nous avons rencontré un concepteur de mobilier scolaire et ce sera au printemps 1989 que nous pourrons expérimenter les prototypes.

Comme pour les ateliers de l'hiver 1988, l'animateur a débuté en présentant les principes de l'électricité, en expliquant les termes «positif» et «négatif» et en démontrant leurs effets sur le fonctionnement d'un moteur. Les enfants ont été informés des principes de rangement et avisés de tenir le coin bien en ordre. Puis par groupe de deux ils ont été initiés à la programmation; certains ont été amenés à approfondir les connaissances acquises dans les séries précédentes et ont été familiarisés avec l'interrupteur puis avec la cellule photo-électrique. Avec ces nouvelles pièces, les enfants ont dû s'initier à de nouvelles commandes de programmation: SISINON, MESUREDE.

L'animateur a construit un bras mécanique, à la disposition des enfants et des éducatrices, pour celles et ceux qui voudraient expérimenter la programmation sans avoir à construire un objet.

Comme les enfants de deux des trois classes n'avaient pas accès aux ordinateurs pour présenter les travaux lors de leurs réunions quotidiennes, nous avons décidé d'organiser une session «présentation de robotique» pour l'ensemble de l'école, à la fin de chaque série. Cette session avait lieu dans la bibliothèque — plus grande que les classes — où les ordinateurs et tout le matériel étaient amené pour l'occasion.

© APO QUÉBEC

Chaque classe venait à tour de rôle voir et entendre les démonstrations des utilisateurs inscrits de cette série d'ateliers. C'est l'animateur, comme il se doit, qui animait cette présentation et qui posait les questions afin que chaque enfant explique bien tous les aspects de son travail et décrive les programmes qu'il avait expérimentés et élaborés.

2.2.2 Observations

Les objets et l'ordinateur

- Les enfants sont ravis du nouvel arrivage de matériel Lego: enfin ils ont assez de lumières, de moteurs et autres pièces spécialisées pour fabriquer leurs structures. Le travail est entrepris dans l'enthousiasme.

Les enfants sont emballés par les possibilités de l'interrupteur:

> *«Il va détecter les obstacles puis l'auto va reculer, mais il faut que tu le programmes. C'est comme le circuit MacDonald, c'est une petite course de ski. Il y a une petite barrière, tu fonces dedans puis le chronomètre part.»*
>
> (Michel, 9 ans)

- Ce sont surtout les plus âgés (ceux de 10 et plus) qui expérimentent l'interrupteur et la cellule photo-électrique (qu'ils appellent «oeil magique»). Ils aiment travailler avec cette pièce parce qu'elle est facile à intégrer dans une structure et parce qu'elle peut être dissimulée.
  - *«Ça marche par la clarté et par l'ombre.»*

    (Charlotte, 11 ans)
  - *«L'oeil magique peut faire avancer quelque chose. Quand il y a un mur juste devant lui, il fonce dedans parce que c'est noir. Il peut arrêter puis reculer. Ça peut faire la même chose que les interrupteurs.»*

    (Maurice, 10 ans)

© APO QUÉBEC

« L'oeil magique c'est plus commode parce que ça rentre mieux dans les choses. »

(Didier, 11 ans)

- Les plus jeunes explorent encore les commandes ENVOIE, PA, ATTENDS, REPETE et les combinent dans de petits programmes tout en observant l'effet sur leurs constructions. S'ils inventent leurs structures, elles sont souvent munies d'élastiques en guise d'engrenages qui servent de courroie de transmission pour provoquer une mobilité « d'aller-retour » uniforme.

- Parfois ils s'asseoient à l'ordinateur avec seulement en main un moteur pour comprendre et visualiser les conséquences des commandes ENVOIE POS, ENVOIE NEG sur la direction du roulement motorisé.

  « Tu découvres autre chose que les Lego que tu as toujours connus. Tu découvres le mouvement. »

  (Émilie, 7 ans)

- Les plus jeunes utilisent beaucoup les fiches: parfois ils reproduisent intégralement les modèles en suivant étape par étape les instructions de montage, parfois ils n'ont besoin que de s'inspirer de la photographie à l'arrière des fiches pour construire l'objet suggéré.

- Les enfants apprennent des concepts en assemblant des engrenages et en récupérant un système mécanique d'un objet pour l'adapter à une autre structure. Une fillette de 7 ans, par exemple, reprend le système du monte-charge qu'elle avait construit pour se créer un modèle de balançoire.

© APO QUÉBEC

« L'oeil magique c'est plus commode parce que ça rentre mieux dans les choses. »

(Didier, 11 ans)

- Les plus jeunes explorent encore les commandes ENVOIE, PA, ATTENDS, REPETE et les combinent dans de petits programmes tout en observant l'effet sur leurs constructions. S'ils inventent leurs structures, elles sont souvent munies d'élastiques en guise d'engrenages qui servent de courroie de transmission pour provoquer une mobilité « d'aller-retour » uniforme.

- Parfois ils s'asseoient à l'ordinateur avec seulement en main un moteur pour comprendre et visualiser les conséquences des commandes ENVOIE : POS, ENVOIE : NEG sur la direction du roulement motorisé.

  « Tu découvres autre chose que les Lego que tu as toujours connus... Tu découvres le mouvement. »

  (Émilie, 7 ans)

- Les plus jeunes utilisent beaucoup les fiches: parfois ils reproduisent intégralement les modèles en suivant étape par étape les instructions de montage, parfois ils n'ont besoin que de s'inspirer de la photographie à l'arrière des fiches pour construire l'objet suggéré.

- Les enfants apprennent des concepts en assemblant des engrenages et en récupérant un système mécanique d'un objet pour l'adapter à une autre structure. Une fillette de 7 ans, par exemple, reprend le système du monte-charge qu'elle avait construit pour se créer un modèle de balançoire.

© APO QUÉBEC

Photo 4. Les fiches servent parfois d'inspiration.

- Maintenant qu'ils ont accès à deux moteurs, les enfants créent des structures à mouvements multiples ou des ensembles composés de plusieurs objets mécanisés, opérés en fonction d'un «scénario» imaginé.

- Les enfants anticipent avec beaucoup de plaisir l'idée d'être encore inscrits à une autre série d'ateliers et font déjà des projets en ce sens: ils parlent déjà de scénarios de mouvements variés et coordonnés qu'ils veulent expérimenter et complexifier:

  - Jeanne, 8 ans, qui a observé les plus âgés manoeuvrer l'interrupteur et la cellule photo-électrique, veut construire un camion qui transporterait deux voitures et un garage dont la porte serait actionnée à l'aide de «l'oeil magique»; la porte s'ouvrirait pour laisser passer les véhicules.

  - Maurice, 10 ans, imagine un bras mécanique, semblable à celui que l'animateur a construit, un bras qui pourrait saisir un objet et le déposer ailleurs.

© APO QUÉBEC

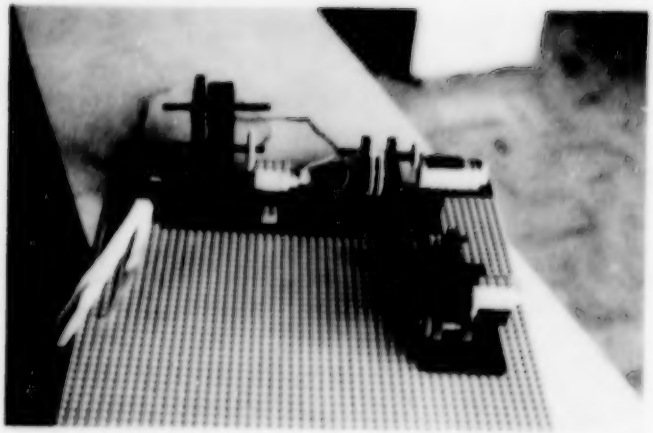


Photo 5. Objet à mouvements multiples, avec plus qu'un moteur.

- Les enfants utilisent régulièrement les piles pour vérifier leurs structures, la vitesse et la régularité du mouvement, la solidité des engrenages. Elles leur permettent de les présenter au cours des réunions quotidiennes de la classe. À ce moment-là, les enfants ne se réfèrent que très rarement à l'ordinateur (qui ne se trouve que dans une des trois classes). La curiosité de ceux qui assistent à la présentation porte donc sur la façon dont le véhicule ou le montage a été construit. Il est surtout question de la solidité de la construction, des améliorations à lui apporter et des objets familiers auxquels cette structure fait penser. Les explications se limitent à ce qu'on peut facilement observer.

- L'ordinateur n'est pas utilisé spontanément par la plupart des enfants. Il faut parfois les y inciter.

- Dans la classe où est installé le coin robotique, il y a un grand intérêt de la plupart des enfants pour l'activité.

© APJQ QUÉBEC

- *« Ils l'ont sous le nez, ils voient, ils sentent, ils écoutent ce qui se passe. »*

(Éducatrice)

- *« Lorsque l'équipement est dans une classe, cela peut aider un enfant qui est un peu rébarbatif à la robotique. Cela peut être une prise de contact indirecte. Il vient voir un peu, il trouve ça un peu moins apeurant. »*

(Éducateur)

Photo 6. Un non-utilisateur visite le coin robotique.

- L'intérêt est moindre dans les deux autres classes (où il n'y a pas d'équipement de robotique). Il est même arrivé dans une série d'ateliers qu'aucun des enfants d'une classe soit inscrit à la série; l'éducatrice, dans ce cas, a dû rappeler fréquemment que l'équipement de robotique était accessible.

© APO QUÉBEC

Les enfants

- Pour les projets plus ambitieux, les enfants forment souvent une équipe, ce qui multiplie d'autant la quantité de pièces stratégiques à leur disposition. Ce sont souvent des équipes de deux, composée d'un enfant de 7 ou 8 ans et d'un enfant plus âgé.

- Au cours de cette deuxième phase, il arrive de plus en plus souvent que les enfants initiés à la robotique deviennent eux-mêmes initiateurs auprès d'enfants qui n'ont pas encore participé aux ateliers réguliers; cette initiation se fait durant les ateliers libres de la semaine.

- Les enfants initiateurs ont tendance à tenir compte des connaissances informatiques et de la pratique Lego des enfants à initier; selon le cas, ils priviligieront la construction ou la programmation. Lorsqu'ils débutent par la construction, ils informent les débutants de l'emplacement des pièces et des règles de rangement; ils leur montrent comment positionner le moteur et les engrenages. À l'ordinateur, ils expliquent les principales commandes de programmation en se servant de leur propre structure.

- Il arrive parfois que l'enfant se faisant initier connaisse plus de programmation que l'initiateur, ce qui provoque un renversement des rôles, chacun s'initiant alors aux connaissances de l'autre. Par exemple Georges, 11 ans, avait commencé avec le concours de Didier à s'initier à la programmation en vue d'utiliser la cellule photo-électrique. La semaine suivante, il voulut poursuivre l'exploration en l'absence de Didier et demanda l'aide d'Éliane, 10 ans. Mais celle-ci n'en était pas encore rendue à cette étape dans ses ateliers d'initiation à la robotique.

© APO QUÉBEC

« Il m'en posait des dures. Je ne comprenais rien absolument rien à ce qu'il avait fait dans sa disquette. Il avait marqué des choses, il n'y avait pas de chiffre, il n'y avait pas ENVOIE 1... »

(Éliane, 10 ans)

- Certains des enfants initiateurs, les plus habiles, élaborent des stratégies d'enseignement avec des questions et font en parallèle une démonstration à l'aide d'un objet motorisé.

  - *« À l'ordinateur je lui ai dit comment faire ENVOIE 1... Je lui posais des questions: 'Qu'est-ce qu'il faut faire après ENVOIE 1?' 'Qu'est-ce qu'il faut faire maintenant?' 'Est-ce que tu voudrais le programmer à l'ordinateur au lieu d'utiliser les piles? Ça irait mieux '»*

    (Fanny, 11 ans)

  - *« En premier, je lui ai montré où étaient les piles puis les blocs pour construire. Je lui ai dit d'aller voir dans les fiches s'il n'avait pas d'idées, puis j'ai construit avec lui. J'ai pris la voiture que je me suis faite, puis je lui ai montré quelques commandes. Il ne comprenait pas POSITIF, NÉGATIF. Il ne savait pas ce que ça voulait dire. Je lui ai dit: NÉGATIF c'est comme un train qui s'en va, c'est comme s'il reculait, POSITIF c'est quand il s'en va tout droit. »*

    (Maurice 10 ans)

2.2.3 Observations des éducatrices

- Avec deux ateliers par semaine, les enfants ont le temps d'approfondir leurs connaissances de la robotique et d'explorer à leur guise la pratique de la robotique.

- L'animateur ou la personne experte est indispensable pour que les enfants avancent dans cet univers; c'est cette personne qui peut introduire de nouveaux éléments qui vont pousser les enfants à explorer encore plus. Mais l'implication, la sensibilisation et la motivation des éducatrices à s'initier à la robotique sont les conditions essentielles pour maintenir les ateliers de robotique et apporter le support et la stimulation nécessaires aux enfants qui sont encore à explorer. Les «mordus» ont acquis, pour leur part, une certaine autonomie.

- Le coin robotique doit se déplacer d'une classe à l'autre afin de rendre les instruments et le matériel facilement accessibles à l'ensemble des enfants. La présence de ces instruments, par ailleurs, crée une espèce de climat qui favorise l'intérêt pour la robotique. L'accessibilité doit également concerner les ressources humaines, telles l'animateur et les enfants initiés qui deviennent eux-mêmes initiateurs.

2.2.4 Synthèse

Du matériel en plus grande quantité et des pièces techniques nouvelles et plus sophistiquées (interrupteurs et cellules photo-électriques) ont permis l'**expérimentation** de mécanismes plus élaborés et de nouvelles commandes de programmation. Certains enfants ont préféré expérimenter divers mécanismes du mouvement, mais dans l'ensemble c'est la cellule photo-électrique qui a suscité le plus d'intérêt et d'excitation chez les enfants, entraînant un regain d'intérêt pour l'ordinateur.

L'animateur a initié de nouveaux enfants et les éducatrices ont constaté que cet animateur jouait un rôle important dans la motivation des enfants parce qu'il possédait des connaissances techniques. On a constaté par ailleurs que la présence des appareils et accessoires de robotique était stimulante pour les enfants de la classe où ils se trouvaient.

© APO QUÉBEC

2.3 Phase 3: la simulation

2.3.1 Les conditions

Cette phase du projet a eu lieu de janvier 1989 à juin 1989 et comportait trois séries de 12 ateliers.

Des 24 enfants inscrits aux ateliers dans cette phase, 13 avaient déjà été inscrits à des ateliers antérieurement.

La première série de cette phase était ouverte aux enfants de 7 à 11 ans, mais les deux dernières séries étaient réservées aux enfants de 8 à 10 ans, parce que nous étions préoccupés de former des enfants qui pourraient l'année suivante poursuivre des activités de robotique et en faire profiter les plus jeunes, puisqu'il n'y aura plus d'animateur à l'école (les enfants de 7 ans nous semblaient trop jeunes pour transmettre ensuite leurs connaissances et les enfants de 11 ans devaient quitter l'école sous peu).

Pour la même raison, toutes les éducatrices et l'éducateur de l'école se sont initiés à la robotique.

Au cours de cette phase, l'animateur a initié la majorité des enfants à l'interrupteur et à la cellule photo-électrique. Il a également introduit le son dans les projets de robotique. Par ailleurs, nous avons retiré les piles pour inciter les enfants à utiliser davantage l'ordinateur.

Il y a eu peu de restrictions au niveau des pièces; chaque enfant, par exemple, avait droit à trois moteurs.

Au cours de cette dernière étape du projet, les enfants, les éducatrices et l'animateur ont dû faire face à de nombreux problèmes techniques. La fragilité de la carte d'interface, par exemple, et l'arrêt des appareils Apple IIe ont été la cause de moments de découragement. L'animateur s'est alors improvisé technicien. À la suite de ces expériences, nous ne

© APO QUÉBEC

pourrions que recommander la création d'un guide technique comme support indispensable pour toute école qui voudrait tenter l'aventure de l'implantation d'un EPI axé sur la robotique.

C'est également au cours de cette phase que nous avons expérimenté les prototypes du mobilier dont les plans avaient été conçus à l'automne 1988, car il nous fallait des meubles pour un rangement adéquat des pièces Lego et du matériel informatique, de même que des postes de travail assez grands pour les équipes de deux et de trois enfants. Ces meubles devaient être mobiles afin que l'EPI puisse se transposer dans d'autres classes. (Voir annexe E sur le mobilier spécialisé.)

2.3.2 Observations

- Les enfants de 8 ans et plus ont plus de facilité que les plus jeunes à comprendre le langage informatique et son effet sur la mobilité de leurs objets. Ils sont également d'excellents transmetteurs d'informations. Ils visualisent plus aisément et concrètement le rôle des interrupteurs et des cellules photo-électriques à travers les termes «MESUREDE» (le reliant à l'évaluation de la longueur de quelque chose), «SISINON» (l'associant à des conditions) qui sont de prime abord abstraits.

- Les enfants de 7 ans (inscrits seulement à la première série de cette phase) ont plus de difficulté à comprendre l'emploi des commandes pré-citées. Ils comprennent la signification des commandes «ENVOIE POS», «ENVOIE NEG», «PA», et «REPETE» et les manipulent avec assez d'assurance pour pouvoir créer leurs propres programmes. Toutefois, certains d'entre eux — les plus curieux — arrivent à saisir le concept et le fonctionnement de la cellule photo-électrique.

- Les enfants utilisent peu les fiches: en cas d'urgence, lorsqu'ils sont en panne d'idées, pour adapter un mouvement, comme support explicatif pour seconder un autre enfant dans la construction de son objet...

© APO QUÉBEC

« Les constructions ont évolué, peut-être parce que les enfants ont vu qu'ils pouvaient se servir quand même de leur imagination après en avoir fait avec les fiches. Que après avoir fait un malaxeur, l'engrenage tu peux le mettre dans une autre affaire. »

(Charlotte, 11 ans)

- Avec les nouvelles pièces (interrupteur et cellule photo-électrique), les enfants imaginent toutes sortes de scénarios pour mettre en scène leurs objets mécanisés, des scénarios caractérisés par la simulation. Il y a des scénarios plus ou moins loufoques avec personnages mobiles (rencontres de chiens) et des aménagements réalistes avec objets mobiles (gare, aérogare, garage).

- Les enfants dont la création est un objet unique en font quelque chose d'assez élaboré : un boulier-labyrinthe, une arche de Noé munie d'un tuyau d'échappement...

- L'utilisation de la cellule photo-électrique est en partie responsable de l'enthousiasme des enfants pour les projets de grande envergure; cette pièce leur rend accessible des concepts abstraits comme l'intensité de la lumière affectant le comportement d'un mécanisme.

« Il y a une cellule photo-électrique. Quand l'objet avance, elle voit l'obstacle et l'objet recule. Quand il fait noir, elle détecte un obstacle. J'aurais pu mettre des interrupteurs, cela aurait fait la même chose. »

(Michel, 8 ans)

- Les enfants disent que si l'animateur ne les avait pas initiés à programmer et à utiliser la cellule photo-électrique, leur projet n'aurait pas l'envergure actuelle.

« Si Yves n'avait pas été là, on n'aurait pas pu faire le robot. On a appris à jouer avec 'l'oeil magique'. »

(Charlotte, 11 ans, Denis, 11 ans)

© APO QUÉBEC

- Les enfants ont développé assez d'expertise avec la robotique pour dépasser le travail sur le mouvement. Ils ont maintenant de l'assurance et peuvent vraiment se permettre de jouer avec leurs pièces et leurs objets.

- Les enfants se mettent en équipe pour combiner les pièces et construire des histoires amusantes. Ils choisissent les mouvements en fonction des histoires.

  - *« Il y a un chien mâle qui danse avec la femelle. On va construire un maître. »*
    (Ginette, 8 ans, Pierre, 11 ans, Frédé, 11 ans)

  - *« On veut combiner notre robot à leurs objets. Il serait comme le papa de leurs personnages. »*
    (Charlotte, 11 ans, Denis, 11 ans)

  - *« J'avais le goût de faire un mini robot, j'ai demandé à Sébastien d'embarquer avec moi. Sébastien a eu l'idée de faire un chien en robot puis on l'a fait. »*
    (Didier, 11 ans)

  - *« Frédéric avait commencé une danse, alors je leur ai dit que ça serait drôle s'il y avait deux chiens pour faire une danse. »*
    (Ginette, 8 ans)

- Les enfants programment des sons pour renforcer la simulation, imiter le jappement d'un chien, le bruit d'un hélicoptère ou d'un bateau, pour rythmer la marche d'un personnage. Ils testent alors une variété de chiffres correspondant à un tableau de fréquences selon qu'ils désirent que le son soit grave ou aigu.

© APO QUÉBEC

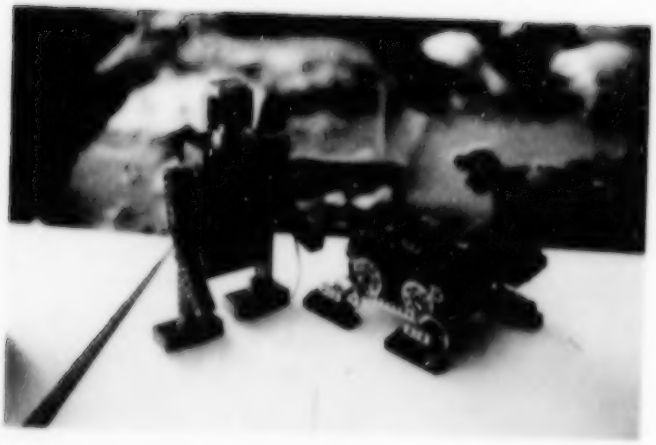


Photo 7. Le maître avec un des chiens.

- Parfois, lorsqu'ils ne programment pas, les enfants utilisent leurs objets Lego comme des jouets ordinaires: ils deviennent, pour quelques instants, prétexte à une sorte de jeu théâtral et les sons, les gestes et les paroles fusent.

- Les enfants prêtent parfois des sentiments à certains de leurs personnages: l'un d'eux, par exemple, a un coeur qui se met à clignoter quand on l'embrasse sur la bouche (où est dissimulée une cellule photo-électrique).

- Le retrait des piles ne suscite pas de plaintes ou de critiques de la part des enfants. En n'y ayant plus accès pour vérifier le fonctionnement d'un objet, les enfants exploitent mieux l'ordinateur et construisent en fonction de son utilisation. Cependant ils utilisent toujours les piles pour faire la démonstration de leurs montages mécaniques à leurs réunions de classe, même ceux qui sont dans la classe avec le coin robotique.

© APO QUÉBEC

Photo 8. Un personnage-robot dont le coeur clignote...

- Les enfants réalisent bien le rôle de l'ordinateur sur les mouvements de leur structure, chose dont ils étaient moins conscients dans les autres phases, au moment où ils utilisaient beaucoup les piles.

- En général, avant même de créer un programme, les enfants vont tester chaque commande et vérifier l'effet sur le mouvement de leur construction, puis modifier parfois la position de certaines pièces maîtresses ou équilibrer et répartir le poids afin d'assurer une régularité dans le déplacement de l'objet. Ils s'assurent ainsi que la mobilité des pièces corresponde à ce qu'ils désirent. Il y a un aller-retour constant entre la table et l'ordinateur qui est toujours ouvert, prêt à servir.

- Les enfants les plus expérimentés au niveau de la programmation, surtout les 9 à 11 ans, souhaitent créer des mécanismes encore plus complexes. Une sorte d'excitation les anime à propos de leurs projets futurs.

© APO QUÉBEC

« J'aimerais que l'on puisse faire voler des choses, les mettre dans l'eau, faire des choses plus compliquées. »

(Maurice, 10 ans)

2.3.3 Synthèse

Au cours de cette dernière phase, les enfants utilisent encore plus et mieux l'ordinateur, en partie parce qu'ils n'ont plus accès aux piles, en partie à cause des interrupteurs et des cellules photo-électriques qui les amènent à des structures plus complexes. Ces structures font beaucoup appel à la **simulation**, elles comportent plusieurs éléments qui reproduisent des actions connues de la vie quotidienne et certains personnages se voit dotés de «sentiments» par ceux qui les manipulent.

Les éducatrices se sont initiées à la robotique pour assurer, avec les enfants utilisateurs des ateliers, la continuité de l'EPI dans les années à venir. Ce qui a fait la dynamique de l'EPI, c'est l'intérêt, la motivation et l'engouement des enfants pour la robotique.

© APO QUÉBEC

3 La robotique des enfants

L'expression robotique des enfants veut ici dire deux choses: la robotique dont il est question a été conçue pour les enfants; ce sont les enfants qui ont fait évoluer le concept au point de l'influencer de façon marquée. Cette dynamique s'est élaborée autour du matériel informatique et des pièces de construction, autour de l'animateur et des autres enfants, utilisateurs ou observateurs. Lorsqu'ils racontent leurs impressions sur la robotique, les enfants ont des expressions qui témoignent de leur pensée systématique et logique.

3.1 Les enfants ont une idée claire de ce qu'est la robotique

Les enfants comprennent que la robotique sert à faire mouvoir des objets en les contrôlant par l'ordinateur.

- *« La robotique, ce sont des mécanismes que tu fais en Lego; tu inventes ta structure en Lego. Tu peux le faire bouger. Tu peux faire des programmes. Tu dis: 'je l'hypnotise' et tu peux le faire hypnotiser! »*

(Charlotte, 11 ans)

- *« Si on n'avait pas l'ordinateur, dans quoi on dirait qu'il faut que l'électricité passe là puis qu'elle arrête? Où on mettrait notre savoir? On ne peut pas le laisser juste dans notre tête. On le sait, on le pense mais nos programmes resteraient dans notre tête. »*

(Sasha, 7 ans)

- *« Sur l'ordinateur tu peux faire des programmes. Tu peux faire tourner ta chose, reculer, avancer... Là, tu ne l'oublieras pas la prochaine fois que tu veux le faire. Quand c'est écrit dans l'ordinateur, tu as juste à pousser sur un bouton puis ça fait tout. »*

(René, 11 ans)

© APO QUÉBEC

- *«Le rôle de l'ordinateur, c'est comme si c'était une autre tête, puis toi tu te sers de l'autre tête. C'est une autre tête qui répète ce que l'on écrit. À la place de toujours s'en rappeler, lui c'est l'autre partie qui s'en rappelle tout le temps pour moi.»*

(Josianne, 9 ans)

Avant de l'avoir expérimentée, la robotique évoquait chez les enfants des images de «robots de l'an 2000» et de «systèmes qui font tout à la place de l'homme»... Maintenant, ils voient la robotique comme pouvant donner «des jouets, des jeux, des outils», «des choses utiles au travail...». En pratiquant la robotique, ils démystifient la connotation futuriste du mot. Alors tout est possible!

- *«Tu peux faire un train, une main qui tourne avec des engrenages... On peut même essayer une girafe avec un cou qui baisse!»*

(Mélodie, 11 ans)

- *«Ce que j'aimerais, moi, c'est qu'il y ait des moteurs plus puissants pour faire voler un avion! Tu t'inventes des réacteurs! Ce que j'aimerais aussi c'est que l'on ait une journée où les enfants construisent des pièces pour la robotique.»*

(Michel, 8 ans)

3.2 La robotique des enfants se développe en fonction de ses utilisateurs

Nous avons observé que les enfants sont des provocateurs intéressés et motivants qui transmettent leurs expériences et leurs réflexions. Ils sont responsables de situations interactives qui éveillent à l'intérieur de leur école un intérêt pour la robotique. Ce sont des catalyseurs. À cet égard, les réunions quotidiennes de chaque classe et les présentations faites en fin de séne sont des moments privilégiés.

© APO QUÉBEC

« Quand on va présenter notre travail, on va expliquer ce qu'on a trouvé de difficile. Puis on va dire comment on a fait pour procéder. »

(Sasha, 7 ans)

Les objets eux-mêmes provoquent des conversations riches en réflexions de toute sorte et qui sont révélatrices de l'évolution d'apprentissage des enfants. Chez les enfants rébarbatifs (les non-utilisateurs), ils éveillent un goût « mesuré » pour la construction d'objets.

« Il y a quelque chose que j'ai essayé avec les Lego de l'école. J'avais des engrenages et j'avais fait quelque chose qui gauffre le papier; j'ai regardé les autres, puis je l'ai fait toute seule. Il n'y avait pas de moteur. Si ça se donne encore un jour, je vais peut-être embarquer. J'ai hésité l'autre jour. »

(Jeanine, 9 ans)

Souvent, les échanges entre les enfants tournent autour de sujets techniques :

- l'assemblage des engrenages, leurs conséquences sur le mouvement;
- le rôle des pièces techniques (vis sans fin, engrenages de grosseurs différentes, chenilles...) dans la structure mécanique d'un objet;
- les problèmes rencontrés, comme la combinaison de roues d'engrenage de dimensions variées dans l'entraînement et la vitesse d'un mouvement d'hélice, et la façon dont ils ont solutionnés ces problèmes.

© APO QUÉBEC

Photo 9. Une discussion sur le rôle d'un engrenage.

3.3 La robotique, ce sont des ateliers qui permettent de découvrir plein de choses

- *«Ça apprend des choses aux enfants. Ça sert à donner des connaissances aux enfants sans vraiment qu'ils le sachent. Apprendre la programmation, apprendre à utiliser des choses familières mais de plusieurs façons et à les mettre ensemble comme les Lego et l'ordinateur.»*

  (Denis, 11 ans)

- *«Ceux qui n'en ont jamais fait, ça peut les motiver en voyant les choses faites dans les ateliers.»*

  (Christine, 9 ans)

C'est leur permettre d'utiliser les pièces Lego d'une autre façon, de pousser les possibilités techniques du matériel et se donner l'impression de réinventer le mouvement. Les enfants réalisent que «leur monde» est envahi d'objets qui bougent. C'est le plaisir de la découverte, le plaisir

© APO QUÉBEC

d'être capable de reproduire le principe d'un objet qui fait partie de leur quotidien (scie mécanique, perceuse, malaxeur, feux de circulation...)

- *«Je vois comment les choses marchent, les engrenages comme la perceuse de mon père. Ça t'apprend beaucoup à te servir de ta logique.»*

  (Charlotte, 11 ans)

- *«Ça m'a aidé à comprendre comment marchent les jouets.»*

  (Mélanie, 11 ans)

Même si le rythme des ateliers de robotique s'atténue, il subsistera chez ces enfants une conception différente de l'organisation spatiale. Ils auront construit, mécanisé et animé des modèles réduits d'objets réels ou des structures motorisées qu'ils auront imaginées, pour simuler le mouvement et la mobilité, pour comprendre la mécanique des choses, pour comprendre le lien entre l'abstraction et la réalité. Cette façon de penser restera et pourra se reproduire éventuellement en sciences ou dans d'autres domaines tout au long de leur apprentissage scolaire.

3.4 La robotique intéresse autant les filles que les garçons

Pour les enfants, le plaisir et l'intérêt pour la robotique ou l'informatique en général est une question de motivation et d'implication. Au niveau de l'apprentissage, les ateliers de robotique représentent un défi au même titre que les autres activités de l'école. Nous avons demandé aux enfants s'ils étaient conscients qu'en général les adultes avaient des attentes différentes pour les garçons et pour les filles au sujet de la robotique.

© APO QUÉBEC

- *« C'est sexiste un peu cette affaire-là. Ça peut être autant pour les filles que pour les gars. »*

(Chantal, 7 ans, non-utilisatrice)

- *« C'est la même chose que la mécanique. C'est rare que tu vas voir sous un camion des filles qui sont en train de réparer. C'est fait comme ça... »*

(Ginette, 8 ans)

- *« Ça fait 20 ans que c'est comme ça. »*

(Pierre, 11 ans)

- *« Moi, j'ai pas le goût de faire de la mécanique, mais la robotique j'aime ça. »*

(Ginette, 8 ans, et Pierre, 11 ans).

- *« Ça dépend de nos goûts. »*

(Didier, 11 ans)

- *« Pour tous les parents, si c'est une petite fille, c'est quelque chose de rose. Le petit gars, c'est quelque chose de bleu et c'est un camion. Moi je connais un petit gars qui aime ça jouer avec les Barbies, ma soeur est toujours avec ses camions et lui avec ses Barbies. Moi tous les cadeaux que j'ai eu, ce sont des Playmobils. J'ai eu quand même des poupées, mais j'étais habituée dans ma chambre d'avoir des jeux de construction... J'ai reçu un gros bâton de baseball, je me suis habituée à jouer maintenant je sais comment jouer. »*

(Josianne, 9 ans)

- *« J'ai pas été habitué à jouer aux camions. Je jouais à plein de jeux, je jouais avec d'autres filles. S'ils prennent l'habitude des camions, ils n'arriveront pas là puis faire une poupée. Ça va être une habitude... »*

(Robert, 10 ans)

- *« Si un enfant est plus vieux que moi puis il s'intéresse beaucoup au dessin et puis moi je le suis beaucoup, ça se peut que je fasse pas mal de dessins. Puis si une autre personne suit une autre personne, c'est la même chose. »*

(Pierre, 11 ans)

© APO QUÉBEC

Nous avons constaté au cours du projet que la plupart des filles se concentraient sur la construction et l'invention d'objets mécanisés, sur la recherche du mouvement et sur l'élaboration de scénarios variés.

> *«Les filles aussi cherchent de nouveaux défis. Les filles ne font pas des autos, elles font plus de choses plus difficiles. Comme Charlotte est en train de faire un robot avec Denis, avec un coeur qui allume et des bras qui se relèvent, il n'y aurait pas un gars qui aurait pensé à faire à un robot un coeur qui allume. Les gars, on est plus porté à faire des autos, des outils, des camions, des charrues. Les filles sont plus portées à faire des choses hors de l'ordinaire. Nous on en fait plein de choses qui existent, les filles ne font pas les mêmes genres de choses.»*
>
> (Robert, 10 ans)

Les filles ne laissaient pas l'ordinateur de côté pour autant. Il demeure un outil essentiel pour la vérification au cours de leurs étapes de construction, d'expérimentation et de simulation d'un système motorisé.

> *«J'ai fait un bulldozer, j'ai appris à programmer le bulldozer. Je vois la pelle qui monte et qui descend. En même temps, j'apprends comment fonctionne un vrai bulldozer.»*
>
> (Charlotte, 11 ans)

3.5 La robotique des enfants, ça comprend aussi des adultes

L'animateur est perçu comme «la personne qui amène à se poser des questions». Il les guide à leur rythme et leur permet de pousser leurs découvertes en leur apportant de nouvelles connaissances.

© APO QUÉBEC

- *« Nous on le prenait quand il était là. C'était correct parce qu'il nous expliquait pourquoi ça ne marchait pas, ce qu'il l'on pourrait faire pour que ça marche. On essayait, quelquefois on changeait plusieurs choses puis là ça marchait. Il faut être assez indépendant de l'adulte. »*

(Ginette, 8 ans, Pierre, 11 ans, Didier, 11 ans)

- *« Il me dit comment faire, mais il ne me le fait pas... Il me donne des conseils. Il nous disait comment faire puis nous on cherchait, on les mettait, on les posait, puis si ça marchait pas, moi j'essayais de trouver des manières. J'avais mon idée aussi, j'ai fait mon idée et quand j'ai vu que ça marchait pas, j'ai essayé celle d'Yves. »*

(Gaétan, 10 ans)

L'animateur ou les éducatrices ne sont pas les seules personnes-ressources essentielles à la continuité des ateliers. Les enfants peuvent eux-mêmes assurer une certaine initiation à la robotique. Mais il faut qu'ils soient enclins à nourrir leur recherche sur la robotique.

- *« Si les éducatrices s'initient et qu'elles peuvent nous aider à découvrir des nouvelles affaires pour aller plus loin, oui les ateliers vont rester. Si tu apprends juste des affaires à faire dans les fiches sans pousser plus loin et que les éducatrices ne nous apprennent pas de nouvelles affaires, ça va tomber parce que ça va devenir plate. Elles donnent des ateliers de français, de mathématiques dans la semaine, elles pourraient donner des ateliers de robotique une ou deux fois par mois. Le restant du temps, ça pourrait être des ateliers donnés par des enfants qui savent comment ça marche... »*

(Charlotte, 11 ans)

- *« Ça peut continuer, sauf qu'à un moment donné ça va arriver à un niveau où ça va être difficile d'avancer parce qu'il n'y aurait plus de connaissances nouvelles. Il ne faut pas nécessairement un adulte mais une personne qui a*

© APO QUÉBEC

plus de connaissances pour le montrer. Si les enfants réussissent à acquérir assez de connaissances, ils peuvent le transmettre de l'un à l'autre et ça peut continuer.»

(Denis, 11 ans)

3.6 La robotique des enfants se définit également par des moments de découragement

Il y a des pannes d'idées, une construction qui se fracasse sur le plancher et qui du coup brise beaucoup d'efforts et de «petites patiences». Il y a des journées où le langage de programmation apparaît parfois comme un casse-tête...

- *«J'ai trouvé ça difficile parce qu'il y avait des choses que je ne comprenais pas. Je voulais tout comprendre en même temps, du premier coup.»*

  (Sasha, 7 ans)
- *«Pour les cellules photo-électriques, il y avait beaucoup de commandes. À chaque commande que tu fais, si tu fais une commande contraire à ce que tu voulais faire, c'est sûr que ça ne marchera pas. Il fallait que tu l'apprennes par coeur.»*

  (Zoé, 11 ans)
- *«Des fois quand le train marchait plus, il fallait tout le temps savoir ce qui marchait pas dans mon programme.»*

  (Simon, 7 ans)
- *«Quelquefois je me fatiguais de toujours chercher pour trouver ce qui marchait pas. Quelquefois je continuais, quelques fois non. Quelquefois je me décourageais un tout petit peu avec l'ordinateur, quelquefois j'accrochais une touche et ça mélangeait tout mon programme.»*

  (Christine, 9 ans)

© APO QUÉBEC

- *«Quand j'ai fait ma rivière, je ne savais plus quoi faire. Quand je ne sais plus quoi faire, bien je chiale. Là, j'ai regardé dans les fiches et j'ai trouvé quoi faire.»*

  (Josianne, 9 ans)

- *«C'est au moment où tout ce que je faisais sautait. Je voulais arrêter parce que ma machine cassait toujours.»*

  (Robert, 10 ans)

- *«Lorsque quelque chose ne fonctionne pas puis que tu veux continuer, il n'y a pas d'autre moyen que de continuer à chercher.»*

  (Denis, 11 ans)

- *«C'est faisable de la robotique...avec de la patience.»*

  (Émilie, 7 ans)

En se confrontant à des problèmes techniques avec les ordinateurs, les enfants s'obligent par le fait même à rechercher des solutions. Ils font l'apprentissage de la résolution de problèmes.

> *«On a changé notre chien robot à peu près 20 fois. Au fur et à mesure que l'on construisait, on réussissait à le faire. On a essayé de toutes les manières pour que les deux chiens dansent en même temps que le maître, mais ça marchait pas... Mais c'est parce qu'on avait mis PA à la fin du programme, ce n'était pas bon. Parce que dès que tu mets un PA, il va arrêter. Tu mets pas de PA, donc il n'y a pas de direction, alors il recommence toujours.»*
>
> (Ginette, 8 ans, Pierre, 11 ans, Didier, 11 ans)

3.7 Mais il y a aussi des enfants non-utilisateurs qui sont souvent des observateurs intrigués

Dans ce projet, les non-utilisateurs aiment en général le bricolage, la construction de maquettes, dessiner, scier et sabler le bois. Et ils ont en commun de refuser l'informatique pour le traitement de texte ou le dessin.

© APO QUÉBEC

Faire de la programmation en langage LogoWriter les rebute soit parce qu'ils n'aiment pas se retrouver seuls devant un écran, soit parce qu'ils privilégient l'écriture à la main ou encore parce qu'ils n'affectionnent pas l'activité d'écriture nécessitée par la programmation.

Pourtant, ils sont des observateurs assidus et critiques de ce qui se produit à l'intérieur des ateliers d'initiation à la robotique et ils arrivent à définir la robotique.

- *« La robotique ça nous montre l'ordinateur, ça nous montre comment découvrir les engrenages. Ça apprend à faire plusieurs choses, à mettre des lumières. Parce qu'avec juste des Lego tu peux pas faire bouger des choses, tu peux pas les faire animer. Avec l'ordinateur tu les programmes pour qu'ils bougent... Avec juste les piles tu peux juste les faire bouger par avant et par en arrière. Tandis qu'avec l'ordinateur tu peux les faire tourner. »*

  (Élise, 9 ans)

- *« La robotique, c'est apprendre à faire bouger les choses, à avoir des bons réflexes comme quand ton objet avance trop vite il faut que tu pèses vite sur le bouton. Je pèses sur les pitons pour envoyer les commandes à l'ordinateur pour qu'il fasse bouger mon Lego. »*

  (Chantal, 7 ans)

Tout au long du projet ils demeurent des observateurs intrigués. Certains se sont éventuellement convertis, entraînés par l'enthousiasme des autres enfants; d'autres pourraient le faire si la robotique demeure en permanence dans l'école.

- *« Dans la classe je regardais comment ils faisaient, cela avait l'air le fun. Une fois ce qui ne m'a pas motivé c'est parce qu'on utilisait l'ordinateur. C'est parce que on était obligé de faire 15 minutes d'ordinateur puis je ne savais pas si cela me tentait d'en faire. »*

  (Christine, 9 ans)

© APO QUÉBEC

- *« J'aime ça construire avec des Lego, écrire des programmes ça je déteste ça. Je voyais tout le monde dire 'Ah! c'est le fun la robotique', alors j'ai donné mon nom une fois et j'ai pas été tirée. J'ai donné mon nom une deuxième fois puis là j'ai été tirée et ça ne me tentait pas d'y aller. J'ai dit à mes parents 'j'ai fait une gaffe je me suis inscrite à quelque chose que j'aimais pas'. Là j'ai essayé le premier atelier, j'ai trouvé ça le fun, puis j'ai continué. »*

(Josianne, 9 ans)

© APO QUÉBEC

4 Des réponses à nos questions de recherche

Après avoir rendu compte du déroulement de l'EPI, revoyons nos questions de recherche.

4.1 Qu'est-ce qui motive les enfants à choisir la robotique parmi plusieurs activités possibles?

Ceux qui choisissent l'activité

- Au moment de la première série d'ateliers, les enfants qui aiment les jeux de construction donnaient spontanément leur nom pour être inscrits aux ateliers de robotique.

- Ceux qui donnaient leur nom plus tard le faisaient par défi, par curiosité, parce qu'ils étaient stimulés par les structures déjà réalisées, parce qu'ils y étaient entraînés par des utilisateurs inscrits ou pour former équipe avec un enfant qui s'inscrivait.

- Les situations interactives, comme les réunions de classe et les présentations à la fin des séries, alors que les utilisateurs inscrits présentaient leurs travaux, ont été un stimulant auprès des enfants de l'école.

- Lorsque, dans une classe, l'équipement de robotique était installé en permanence et était utilisé régulièrement, un échange dynamique d'informations visuelles et auditives s'établissait avec les enfants non inscrits et suscitait l'intérêt de ces derniers.

© APO QUÉBEC

Ceux qui ne choisissent pas l'activité

- Des enfants disaient ne pas aimer programmer, reliant l'activité de programmation à celle de l'écriture. Quelques-uns disaient aussi qu'ils préféraient l'ordinateur Macintosh avec lequel ils faisaient surtout du dessin.

- Des enfants n'aimaient pas construire avec des pièces Lego, même si parfois ces mêmes enfants étaient des utilisateurs de l'atelier de menuiserie ou des bricoleurs (dessins, maquettes, modelage...).

4.2 Quel rôle jouent la fabrication et la manipulation d'objets concrets dans l'acquisition de concepts abstraits?

- En utilisant des pièces comme l'interrupteur (qui sert à détecter les obstacles d'un parcours) et la cellule photo-électrique (qui agit selon l'intensité de la lumière), les enfants comprenaient la fonction de l'électricité (une notion «invisible»).

- En fabriquant un objet comme un malaxeur, les enfants comprenaient le concept d'engrenages.

- En interchangeant la position d'engrenages de grosseurs différentes, les enfants ont réussi à créer un effet ralentisseur.

- Les enfants prenaient conscience de la relation entre le programme de robotique et les mouvements de l'objet mécanisé.

© APO QUÉBEC

4.3 Quel rôle joue la robotique dans l'apprentissage de connaissances et le développement de la pensée scientifique?

- Dans le cadre de ce projet, les enfants ont eu à explorer plusieurs phénomènes physiques, comme le mouvement, l'électricité, les fréquences du son ou l'intensité de la lumière. La réussite de leurs projets personnels exigeait qu'ils testent toutes leurs hypothèses jusqu'à ce qu'ils trouvent eux-même la solution.

- L'atmosphère d'équipe dans laquelle se déroulaient les ateliers de robotique plaçait les enfants dans la situation d'avoir à comparer leurs résultats et à les discuter.

- Les démonstrations périodiques auxquelles ils devaient se plier exigeaient des enfants qu'ils expliquent leurs travaux; ils avaient donc à formuler leurs hypothèses, à les critiquer, à décrire leurs essais et à justifier leurs choix.

4.4 Quel rôle jouent les interactions enfant-enfant et enfant-adulte dans l'évolution d'un environnement pédagogique informatisé?

Les interactions enfant-enfant

- À l'intérieur des ateliers ou au cours des réunions de classe, les enfants étaient fréquemment soumis aux commentaires de leurs pairs, qui pouvaient critiquer la facilité d'un travail ou faire des suggestions pour l'améliorer.

- Dans ce même contexte, les enfants étaient également sujets aux critiques de leurs pairs s'ils manifestaient de la dépendance vis-à-vis de l'animateur.

© APO QUÉBEC

- Les enfants étaient portés à échanger leurs connaissances et leurs expériences, ce qui les amenaient, dans les ateliers formels, à former des équipes de deux ou trois. Dans les ateliers libres, ce même comportement les amenait à initier d'autres enfants à la robotique.

- Le fait que les enfants forment des équipes de deux ou de trois avait un impact important sur l'envergure des structures mécanisées. Comme les structures d'équipe possédaient généralement plusieurs mouvements et des mouvements relativement complexes, les enfants étaient portés à utiliser des pièces plus compliquées, comme l'interrupteur et la cellule photo-électrique.

- Les enfants qui participaient à deux séries d'ateliers ou plus demandaient à approfondir certaines connaissances ou à en acquérir de nouvelles et entraînaient les nouveaux utilisateurs dans cette recherche.

Les interactions enfant-adulte

Les principales interactions ont eu lieu entre les utilisateurs inscrits et l'animateur, que les enfants percevaient comme celui qui les guide dans leurs découvertes sans toutefois dépendre de lui. Ces interactions se sont faites dans une atmosphère de recherche.

- Les interactions enfant-adulte ont beaucoup servi à faire évoluer l'EPI: les commentaires des enfants ont été recueillis tout au long du projet par l'animateur (dans les ateliers), par les éducatrices (dans les réunions de classe) et par la chercheure (dans les observations et les entrevues) et ils étaient discutés une fois par semaine.

© APO QUÉBEC

4.5 Quelle différence y a-t-il entre les filles et les garçons quant à leur intérêt pour la robotique? au type d'objets mécanisés qu'ils fabriquent? à leur façon d'utiliser l'ordinateur pour faire mouvoir ces objets?

L'intérêt pour la robotique

- À l'école Jonathan — qui ne peut être comparée à d'autres écoles à cause de sa formule alternative — la liste des filles et des garçons intéressés à s'inscrire aux ateliers de robotique était à peu près égale, dans un groupe qui comptait une proportion équivalente de filles et de garçons.

- Si dans un atelier les enfants avaient accès et aux piles et à l'ordinateur pour tester leurs objets mécaniques, les filles utilisaient moins fréquemment l'ordinateur que les garçons, qui eux préféraient tester à l'aide des commandes de base en programmation les diverses étapes de leurs constructions mécaniques.

Le type d'objets mécanisés

- Au cours de la première phase du projet, la phase exploration, les garçons fabriquaient surtout des véhicules (voitures, camions, hélicoptères, tracteurs) alors que les filles construisaient surtout des objets que l'on retrouve à la maison (moulin, malaxeur, perceuse). Il faut préciser que les pièces Lego étaient en nombre très restreint durant cette phase.

- Au cours de la deuxième et de la troisième phase, le matériel est en nombre suffisant et la dynamique des ateliers favorise des structures plus complexes ou plus élaborées. On voit alors les filles comme les garçons construire des aménagements comprenant des bâtiments, feux de circulation, tapis roulant, véhicules, personnages motorisés...

© APO QUÉBEC

La façon d'utiliser l'ordinateur

- À partir du moment où les piles n'ont plus été disponibles pour tester les mouvements, les garçons ont eu tendance à faire des allers retours constants entre l'ordinateur et leur construction pour développer en parallèle leur programme et leur construction. Les filles travaillaient plutôt de façon globale et avaient tendance à perfectionner leur programme une fois le scénario établi.

© APO QUÉBEC

5 Conclusion

5.1 Un regard sur l'EPI

En analysant l'EPI tel qu'il nous apparaît maintenant, avec tout l'enrichissement que lui ont donné les enfants, nous pouvons distinguer certains des éléments qui caractérisent un tel environnement pédagogique informatisé axé sur la robotique.

Une atmosphère. L'« EPI, c'est un milieu, une atmosphère qui s'anime dans les propos, les échanges, les démonstrations, les découvertes et les rires. Une atmosphère qui se concrétise dans les sons, les appareils informatiques, les meubles et le matériel de construction. Ce sont les enfants, supportés par l'animateur, qui donnent le ton à cette atmosphère.

Du matériel qui favorise la créativité. Un EPI, c'est la possibilité d'explorer et d'expérimenter la construction d'objets mécanisés dont on peut contrôler le mouvement. Imaginer une structure, décider de quelle façon elle va bouger, dicter à l'ordinateur les commandes qu'ils faut pour la faire bouger, étudier les effets et réajuster le tir: c'est «apprendre en faisant». L'EPI est devenu un environnement vraiment dynamique à partir du moment où les enfants ont eu accès à du matériel Lego en quantité suffisante, à des pièces techniques intéressantes à manipuler et à des ordinateurs adéquats. C'est dans un tel contexte que les projets s'élaborent, que les équipes peuvent se former, qu'un climat d'échanges dynamiques s'installe.

Comme nous en avons fait l'expérience, il faut, pour assurer un tel dynamisme, des outils informatiques appropriés (avec une mémoire supérieure à 64 K), une interface solide qui ne risque pas de provoquer des courts-circuits ou des bris techniques et un document guide qui

© APO QUÉBEC

recense les problèmes techniques pouvant surgir et leurs solutions. Ce guide pourrait également offrir la description des principales commandes de robotique reliés au logiciel LogoWriter enrichis d'exemples.

Un jeu sur la troisième dimension. Un EPI axé sur l'initiation à la robotique, c'est un espace où ça bouge! Les enfants ne sont pas isolés devant leur petit écran: ils palpent, manipulent, construisent, inventent à leur façon le mouvement. Ils veulent savoir «comment ça marche», ils découvrent la troisième dimension et s'appliquent à un exercice mental, à une pensée déductive et logique. La miniaturisation des objets les fascine — un malaxeur, une scie mécanique, une perceuse, un hélicoptère — mais la simulation encore plus — les robots, les reproductions de scènes d'action.

5.2 Pour la suite des choses

Ce projet était innovateur sur deux plans: les participants étaient très jeunes pour des ateliers de robotique et ils ont eu une influence importante sur le déroulement de projet. Il nous a permis de vérifier l'intuition qu'un EPI de ce type offre des possibilités pédagogiques riches.

À l'école Jonathan, les enfants sont les agents de leurs propres apprentissages. Ils sont donc habitués à développer leur capacité d'analyse et leur aptitude à résoudre des problèmes selon leur rythme, mentalité qui avait bien sûr cours dans les ateliers de robotique. L'activité de robotique est en soit un contexte de résolution de problèmes qui conséquemment favorise le développement de la pensée scientifique. C'est-à-dire que ce contexte rassemble les éléments nécessaires pour alimenter chez les enfants un esprit de recherche. En fabriquant des objets mécaniques, reproduits à l'aide de modèles ou créés par eux, les enfants ont appris à concrétiser leur compréhension du mouvement avec des essais, en observant les résultats de leurs

© APO QUÉBEC

essais, en recommençant leurs essais pour changer parfois la position de pièces maîtresses, en explorant à nouveau puis en comparant les résultats.

Au moment de notre départ, au moins la moitié des enfants de l'école et cinq éducatrices étaient déjà familiers avec la robotique. L'équipement était en place, dont un nouveau mobilier conçu spécialement pour ces ateliers. Combien de temps l'EPI pourra-t-il vivre par lui-même?

Au printemps 1989, nous avons rencontré M. Michel Labelle, docimologue et conseiller pédagogique en A.P.O. et en évaluation pédagogique à la Commission scolaire Sainte-Croix, afin de recueillir le point de vue de la commission scolaire face à un projet de robotique pédagogique qui différait de celui d'une autre école primaire de la même commission scolaire, l'école Hébert.

À notre demande, M. Labelle avait été observateur dans un atelier d'initiation à la robotique au cours duquel il avait échangé avec les enfants et s'était fait, de plein gré, complice de leur participation. Nous voulions voir l'intérêt d'un représentant de la commission scolaire, de recueillir ses constatations et de vérifier la volonté de la commission scolaire, à court terme, d'encourager et de multiplier des environnements informatisés innovateurs.

La Commission scolaire Sainte-Croix a pris la décision de poursuivre l'EPI pour l'année scolaire 1989-1990 et a engagé un animateur sur une base de un jour et demie par semaine. En plus de ses fonctions dans les ateliers, l'animateur a aussi la tâche de développer des outils pédagogiques pour ce type d'EPI axé sur la robotique.

À notre connaissance, l'EPI de l'école Jonathan fonctionne sensiblement de la même façon que pendant le projet, avec toujours autant d'intérêt de la part des enfants et des éducatrices.

© APO QUÉBEC

RÉFÉRENCES

École Jonathan (1983). Jonathan: école publique «alternative», document d'information.

Le Bus (1989), volume 6, numéro 2.

Lemire, Diane (1989). La robotique pédagogique au Québec: bilan, Centre québécois de recherche sur les applications pédagogiques de l'ordinateur, Montréal.

Postic, M. et De Ketele, J.-M. (1988). Observer les situations éducatives, PUF, Paris.

Rinfret, Anne (1987). Développement d'un EPI centré sur la robotique, projet de recherche, APO QUÉBEC.

Turkle, Sherry (1984). Les enfants de l'ordinateur, Denoël, Paris.

© APO QUÉBEC

Annexe A

Guide pour l'observation

ANNEXE A

Guide semi-structuré pour l'observation

Le comportement des enfants dans une série d'ateliers:

- les découvertes qu'ils font à partir de leurs constructions (à propos du mouvement, d'un problème mécanique, etc.);
- ce qu'ils disent de leurs constructions;
- comment ils interagissent avec les autres enfants de leur atelier;
- comment ils travaillent en équipe (types de projet, rôles qu'ils se donnent, etc.);
- ce qui les décourage.

Le comportement des enfants dans une seconde série d'ateliers:

- les découvertes;
- ce qu'ils disent;
- les nouveaux apprentissages (concepts et programmation);
- la différence dans le type de constructions;
- le rôle qu'ils adoptent auprès des nouveaux inscrits.

L'évolution des enfants en programmation:

- l'importance qu'ils donnent à la programmation par rapport à la construction;
- comment ils programment (complexité, précision, etc.);
- leur dépendance de l'animateur ou des autres enfants pour la programmation;
- la différence d'attitude d'une série à l'autre.

Le comportement des enfants au moment des présentations:

- la manière dont ils décrivent leurs constructions (mots, métaphores, etc.);
- la manière dont ils parlent de l'ordinateur, le rôle qu'ils lui reconnaissent.

© APO QUÉBEC

Les non-utilisateurs:

- pourquoi n'utilisent-ils pas les ordinateurs de robotique;
- utilisent-ils d'autres ordinateurs (télématique, traitement de texte, dessin, etc.).

Questions adressées aux éducatrices

Trouvez-vous important qu'un atelier de robotique fasse partie des activités proposées à l'école Jonathan?

Ce type d'atelier rejoint-il la philosophie de l'école? Pourquoi?

Y a-t-il des enfants qui ne sont vraiment pas intéressés par la robotique ou l'informatique? Pourquoi?

Qu'est-ce que vous constatez chez les enfants utilisateurs (inscrits et non inscrits) à propos des nouvelles connaissances qu'ils acquièrent, à propos de la dynamique qu'ils provoquent dans les classes et dans l'ensemble de l'école?

Pourquoi les ateliers libres sont-ils si peu fréquentés par les enfants de votre classe?

Quel rôle croyez-vous avoir dans les démarches d'apprentissage et dans la pratique informatique des enfants?

Utilisez-vous les ordinateurs disponibles à l'école? Si oui, pour quel usage? Si non, pourquoi?

© APO QUÉBEC

Annexe B

Liste du matériel

ANNEXE B

Liste du matériel utilisé

Deux ordinateurs Apple IIe

Un ordinateur Apple IIGS

Des pièces Lego Technic comprenant:
- moteurs,
- lumières,
- briques trouées et briques de base,
- fils de connexion,
- engrenages de dimensions variées,
- assortiment de pièces techniques: vis sans fin, essieux, pentures, chenilles, bielles ou pistons, poulies, pneus, élastiques,
- plaques de dimensions variées.

Un chargeur de piles et piles

Deux cartes d'interface Caméléon

Le logiciel LogoWriter

Des boîtes de disquettes

© APO QUÉBEC

Annexe C

Exemples de programmes

EXEMPLE 1

```
POUR AUTO
ENVOIE 4 :NEG
ATTENDS 50
ENVOIE 3 :POS
ATTENDS 20
PA
FIN
```

EXEMPLE 2 POUR LE MOT REPETE

TU PEUX METTRE TON PROGRAMME AUTO

DANS UN NOUVEAU PROGRAMME

```
POUR AUTO BMW
REPETE 10 [AUTO]
PA
FIN
```

EXEMPLE 3

TU PEUX ENVOYER: 2 COMMANDES EN MEME TEMPS EN NEG
2 COMMANDES EN MEME TEMPS EN POS

```
POUR SOURIS
ENVOIE [1 4] :NEG
ATTENDS 10
ENVOIE [1 4] :POS
ATTENDS 10
PA
FIN
```

EXEMPLE 4 POUR LE MOT **NUL**

```
POUR SOURIS
ENVOIE [1 4] :POS
ATTENDS 10
ENVOIE [1 4] :NEG
ATTENDS 10
ENVOIE [1 4] :NUL
ENVOIE 1 :POS
FIN
```

EXEMPLE 4 POUR LE MOT **NUL**

```
POUR SOURIS
ENVOIE [1 4] :POS
ATTENDS 10
ENVOIE [1 4] :NEG
ATTENDS 10
ENVOIE [1 4] :NUL
ENVOIE 1 :POS
FIN
```

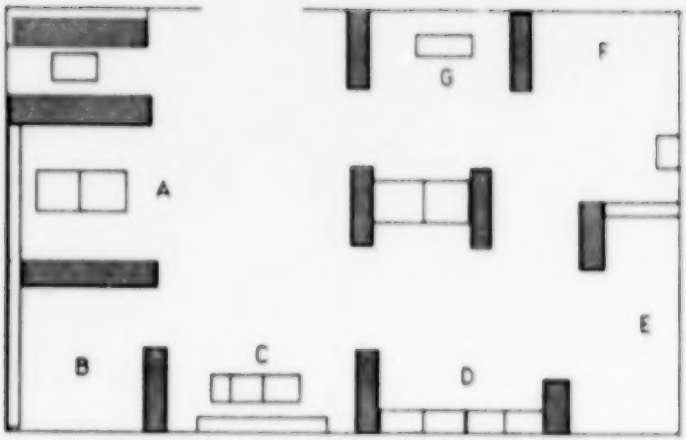
EXEMPLE 4 POUR LE MOT **NUL**

```
POUR SOURIS
ENVOIE [1 4] :POS
ATTENDS 10
ENVOIE [1 4] :NEG
ATTENDS 10
ENVOIE [1 4] :NUL
ENVOIE 1 :POS
FIN
```

Annexe D

Plan d'une classe

Plan de la classe



A: coin du français
B: coin réunion
C: coin bricolage
D: coin blocs
E: coin ordinateur
F: coin peinture
G: coin sciences et mathématiques

étagères/classeurs

tables

Annexe E

Le mobilier spécialisé pour les ateliers de robotique

ANNEXE E

Le mobilier spécialisé pour les ateliers de robotique

C'est au cours de l'automne 1988 que le besoin de meubles appropriés s'est fait sentir, alors que les projets des enfants prenaient de l'ampleur. Nous avions acquis tout le matériel informatique et de construction pour animer l'environnement; les étagères qui avaient été empruntées à des coins voisins n'offraient qu'un espace restreint. Les tables d'ordinateurs étaient trop étroites pour recevoir à la fois les outils informatiques et les structures. La plupart du temps, les enfants déposaient leurs structures mécaniques sur le plancher en les reliant à l'ordinateur à l'aide de fils de trois mètres de long (ce qui causait parfois des problèmes). Souvent dans une équipe de travail, un des deux enfants se tenait légèrement en retrait par manque d'espace près de l'ordinateur. Il se faisait alors plus observateur que participant.

Nous avons alors pris contact avec M. Guy Boudreau, concepteur de mobilier scolaire, et nous avons organisé des rencontres en présence de l'animateur, de la chercheure et de l'éducatrice en charge du projet de l'EPI. Avant de commencer à dessiner les prototypes, M. Boudreau est venu observé les ateliers à deux moments différents. Lors d'une autre rencontre, nous avons rassemblé nos observations et nos besoins.

Nos exigences peuvent se résumer ainsi: des meubles mobiles (pour pouvoir les déplacer d'une classe à l'autre), de l'espace de rangement suffisant et facilement accessible, des espaces à l'abri pour les structures, des tables de travail qui puissent accueillir les équipes de deux ou de trois, avec tout le matériel concerné.

M. Boudreau nous a alors proposé des prototypes mobiliers que nous avons pu mettre à l'essai.

© APO QUÉBEC

Les deux meubles de rangement appelés «garages»

On les appelle ainsi parce qu'au niveau inférieur ils peuvent recevoir chacun deux chariots à roulettes à cinq tiroirs (faisant déjà partie du mobilier) qui contiennent toutes les pièces Lego. Au centre du meuble, il y a deux compartiments avec chacun une tablette ajustable pour les structures mécaniques de grande envergure. L'une des tablettes est identifiée «tablette de démolition» en fonction des objets qui n'ont pas à être conservés. Le haut du meuble est fermé par des portes coulissantes et sert à ranger le matériel électrique et la quincaillerie.

Le meuble de rangement à casiers

C'est un meuble standard, genre bibliothèque, avec six tablettes dont quatre sont amovibles. Les dimensions du meuble ont été conçues pour loger deux petits bacs de plastique par tablette. Chaque enfant se voit assigné un bac et peut y ranger des objets de grosseur moyenne.

Photo 10. Le meuble de rangement à casiers et les deux «garages»

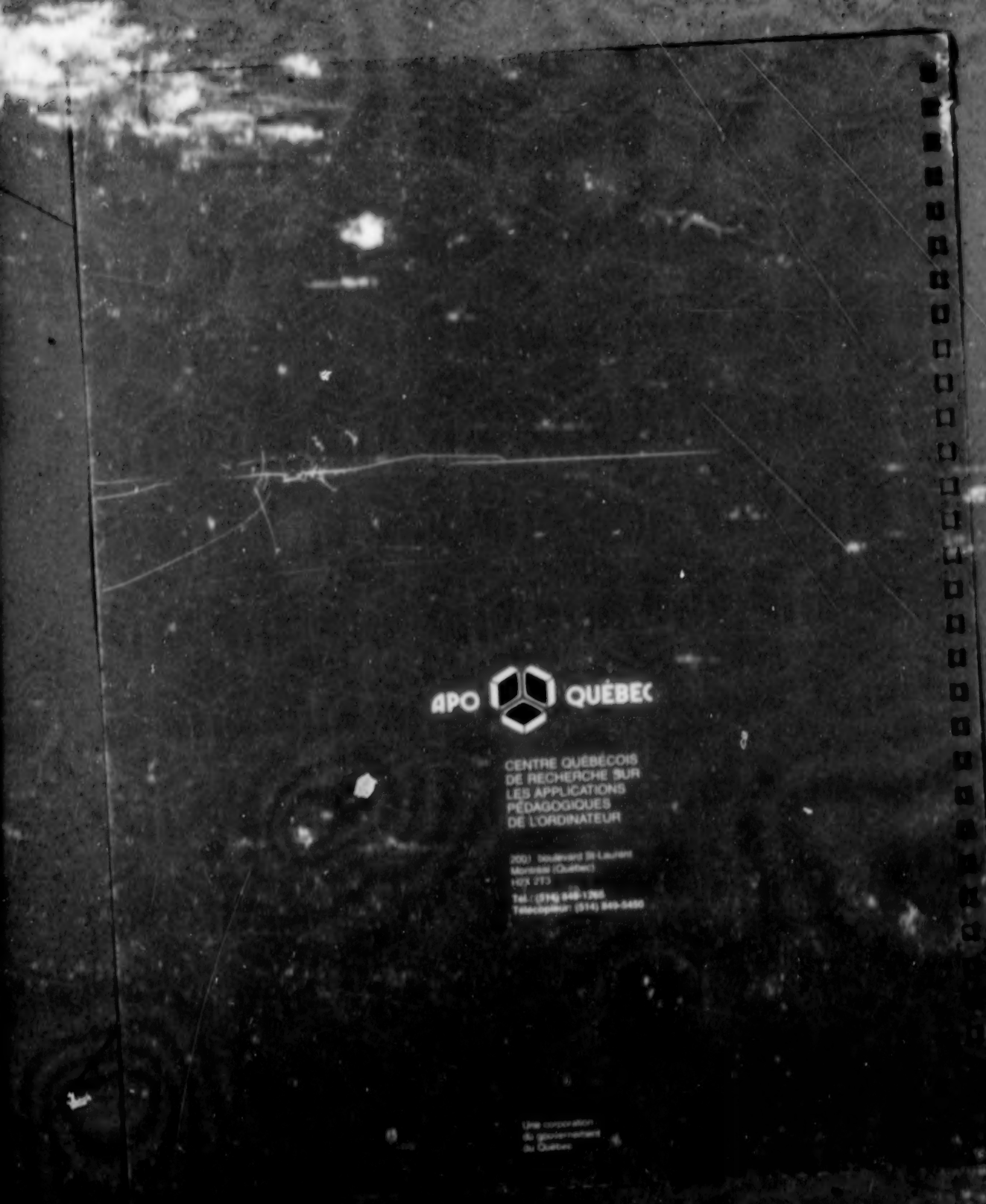
© APO QUÉBEC

Les deux postes de travail

Chacun de ces meubles est fait pour que l'on y pose un ordinateur et tous les accessoires auxquels il est relié (lecteur de disquettes, boîte de sortie dans laquelle les enfants branchent leurs structures mécaniques...). Chaque poste de travail comprend deux surfaces de travail escamotables qui s'étendent de chaque côté; une des surfaces décrit un angle de 30° par rapport à la ligne droite, ce qui permet à l'enfant qui est à l'ordinateur d'avoir ses objets à portée de la main. Les rebords de ces surfaces sont légèrement surélevés pour protéger les objets qui s'y trouvent. Les postes comportent également un support amovible pour déposer l'ordinateur, ce qui permet de le surélever.

Photo 11. Un poste de travail

© APO QUÉBEC



CENTRE QUÉBÉCOIS
DE RECHERCHE SUR
LES APPLICATIONS
PÉDAGOGIQUES
DE L'ORDINATEUR

2001 boulevard St-Laurent
Montréal (Québec)
H2X 2T3
Tél.: (514) 849-1365
Télécopieur: (514) 849-5455

Une corporation
du gouvernement
du Québec